



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA,
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

**Propuesta de sustitución de las Centrales Tandem con tecnología de
Redes de Próxima Generación**

Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Telemática
Maestría de Telemática

Autor: Ing. Rubén Lucio Camacho Aguilera

Tutor: Msc. Carlos A. Rodríguez López.

Santa Clara, Cuba, 2011



Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas

**Facultad de Ingeniería Eléctrica,
Dpto. Telecomunicaciones y Electrónica**

**Propuesta de sustitución de las Centrales Tandem con tecnología de Redes de
Próxima Generación**

Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Telemáticas

Maestría de Telemática

Autor: Ing. Rubén Lucio Camacho Aguilera

Tutor: Msc. Carlos A. Rodríguez López.

2011



Hago constar que la presente Tesis en Opción al Título Académico de Máster en Ciencias Telemáticas fue realizada en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de Maestría en Telemática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

Pensamiento

***Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica:
la voluntad***

Albert Einstein

Dedicatoria

A mi hija Náyade, que espero este trabajo le sirva de ejemplo en su largo camino de estudios para que logre una correcta formación profesional...

A mi esposa por su insistencia, comprensión y apoyo en todo momento...

A mi familia:

A mi madre, mi padre y hermanos...

Agradecimientos

A colectivo de Telemática de la Universidad Central de Las Villas que contribuyeron en mi formación profesional.

A mi tutor, Carlos Rodríguez por su valiosa guía en el tema de investigación.

A colectivo de Planeamiento Operativo de la Red de ETECSA, en especial a Alejandro, Dolores, y Conde.

A Fofi por haberme facilitado valiosas informaciones sobre Redes NGN.

A Luís León por sus aportes en teoría de tráfico.

A ETECSA por su apoyo y por haberme dado la posibilidad de cursar esta maestría.

En fin, a todos los que de una forma u otra tuvieron que ver con el desarrollo de este trabajo.

A todos MUCHAS GRACIAS

RESUMEN

En este trabajo se propone la sustitución de las Tandem Nacionales, las cuales realizan las funciones de Centrales de Tránsito y de Usuario (SGT-SGU) en un mismo nodo de conmutación, por nuevos nodos implementados con tecnología NGN. Se hace una propuesta de diseño y dimensionamiento de los segmentos de red a nivel de enlaces y nodos de Tránsito Nacional.

Se analizan los conceptos y los elementos organizativos de la arquitectura de las Redes de Próxima Generación (NGN), llamadas a imponerse en el futuro mediato, debido a la necesidad vital de disponer de una solución tecnológica capaz de satisfacer la creciente demanda de nuevos servicios. De igual forma, se incluye una visión de las soluciones propuestas por los principales proveedores de estas modernas tecnologías a partir de los equipos disponibles de estos fabricantes.

En esta propuesta se atiende a la correspondencia con las estrategias planteadas por la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, Sociedad Anónima (ETECSA) para lograr la red objetivo, que incluyen la consolidación de la Red de Próxima Generación en el país y se hace una valoración de los beneficios que traería tanto para la empresa como para los clientes.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	I
CAPÍTULO 1: Caracterización de las Redes de Próxima Generación.....	1
1.1 Redes de Próxima Generación.....	1
1.2 Arquitectura básica de las Redes de Próxima Generación.....	3
1.3 Voz sobre IP (VoIP).....	8
1.4 Protocolos en NGN.....	10
1.4.1 MEGACO/H.248.....	10
1.4.2 SIP.....	11
1.4.3 H.323.....	12
1.4.4 BICC.....	12
1.4.5 SIGTRAN.....	12
1.5 Seguridad en la NGN.....	14
1.6 Calidad de Servicio.....	14
1.7 Sector de Normalización de la UIT.....	15
1.8 Conclusiones del capítulo.....	15
CAPÍTULO 2: Evolución a redes de Próxima Generación. Soluciones propuestas por los principales proveedores.....	17
2.1 HUAWEI. Propuesta para migración a NGN.....	18
2.2 ALCATEL.....	21
2.3 ERICSSON.....	25
2.4 MARCONI.....	27
2.5 NORTEL.....	29
2.6 ITALTEL.....	31
2.7 NEC.....	33
2.8 SIEMENS.....	34
2.9 Comparación de proveedores.....	36
2.9.1 Criterios generales de selección.....	37
2.10 Conclusiones preliminares.....	37
CAPÍTULO 3. Propuesta de sustitución de las Tandem Nacionales.....	39
3.1 Situación actual de la red de telecomunicaciones en Cuba.....	40

3.1.1	Red Nacional.....	40
3.1.2	Red de Telefonía.....	41
3.1.3	Red de Datos.....	42
3.2	Topología de la red de conmutación.....	43
3.3	Separación de la función SGT de la SGU en nodos de conmutación independientes.....	44
3.4	Dimensionamiento de las interfaces.....	46
3.4.1	Consideraciones del dimensionamiento.....	46
3.4.2	Software de apoyo para realizar los cálculos.....	49
3.5	Sustitución de las Centrales Tandem.....	51
3.5.1	Estudio para la sustitución de la Tandem de Águila.....	51
3.5.2	Estudio para la sustitución de la Tandem de Luz.....	54
3.5.3	Estudio para la sustitución de la Tandem de Villa Clara.....	58
3.5.4	Estudio para la sustitución de la Tandem de Holguín.....	60
3.6	Definición de la Tecnología a emplear.....	62
3.7	Conclusiones del capítulo.....	67
	CONCLUSIONES.....	68
	RECOMENDACIONES.....	69
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	SIGLARIO.....	73
	ANEXOS.....	78

INTRODUCCIÓN

El concepto de Redes de Próxima Generación, más conocidas por sus siglas en inglés como NGN (*Next Generation Networks*) se ha introducido para tener en consideración las nuevas realidades en la industria de telecomunicaciones, caracterizadas por factores tales como: competencia entre operadores debido a la desregulación en curso de los mercados; explosión del tráfico digital (por ejemplo, la utilización creciente de la “Internet”); demanda creciente de nuevos servicios multimedia, de una movilidad general, convergencia de redes y servicios, entre otros [1].

La Red de Próxima Generación ofrece a los operadores que se encuentran en proceso de expansión y modernización de sus redes una amplia gama de nuevas soluciones, destacándose por un bien definido criterio de optimización y racionalización en la definición de la estructura de las redes.

Cuba avanza hacia la introducción de las NGN como parte del programa de desarrollo de ETECSA (Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.) [2]. En [3] [4] [5] se aborda esta temática. En [3] se plantea un diseño de implementación de Redes de Próxima Generación enmarcado en el municipio Granma, usando la tecnología del fabricante HUAWEI denominada U-SYS. En [4] se exponen los principales elementos integrantes de las Redes de Próxima Generación según los modelos propuestos por los principales suministradores presentes en Cuba y se describe una variante posible del proceso de migración de la red fija de telecomunicaciones de ETECSA hacia una red NGN. En [5] se propone la implementación para la migración a Redes de Próxima Generación orientada al segmento de red del municipio Varadero, en Matanzas. En general, los trabajos previos o bien abordan la migración con un enfoque teórico o se circunscriben a pequeños segmentos de la red.

Dentro de las proyecciones de ETECSA para lograr la red objetivo, se encuentra la sustitución de las cuatro grandes Centrales Tandem Nacionales por nuevos nodos de conmutación que asuman la función de Conmutador de Tránsito, por sus siglas en italiano, SGT (*Stadio di Gruppo di Transito*). Estos nodos se encargarán de procesar y enrutar el creciente tráfico de tránsito que se genera en la red de telecomunicaciones del país. Las actuales centrales que asumen la doble función (SGT-SGU) no se eliminarán, sino que se mantendrán para fungir como Conmutadores

Locales, por sus siglas en italiano, SGU (*Stadio di Gruppo Urbano*), asumiendo el tráfico que se genere en el territorio donde están localizadas. Realizar una propuesta que dé una solución a esta situación, adecuada para nuestra red, acorde a las posibilidades económicas de nuestro país y la infraestructura vigente, es el fundamento de este trabajo.

Este trabajo parte de la siguiente situación problémica

Las Centrales Tandem del país, cuatro en total, están implementadas con tecnología de conmutación de circuitos -TDM-, y soportan la doble función de central de tránsito -SGT- y central de usuario -SGU- en un mismo nodo de conmutación. El incremento del tráfico que manejan, impone separar estas funciones en nodos de conmutación independientes. Esta situación ha sido señalada como una vulnerabilidad de nuestras redes, ha resolver por ETECSA en futuras inversiones.

Las causas principales que se han determinado son:

1-El tráfico interno de estos nodos se ha elevado considerablemente debido al aumento del número de líneas en servicio de abonados locales.

2-El tráfico de tránsito se ha incrementado como consecuencia del incremento de líneas en servicio en todas las centrales telefónicas del país. Tendencia que debe mantenerse para satisfacer las demandas de servicio de la población.

3-En el país subsisten Centrales Analógicas, declaradas como técnica obsoleta, que manejan códigos de señalización lentos en la gestión de llamadas y generan, por tanto, un alto tráfico de señalización.

A lo antes planteado, se adiciona la necesidad del país de continuar desarrollando los servicios de telecomunicaciones para la población y las empresas, aumentando los servicios de telefonía tradicional y adicionando nuevos servicios.

Otro elemento que se debe tener en cuenta es la declaración de la empresa ALCATEL sobre la obsolescencia, para los próximos años, de los productos de Conmutación, dentro de los cuales se incluyen a las Tandem Nacionales [6].

Esta realidad hace que sea imprescindible encontrar una alternativa a la actual tecnología que soporta los nodos SGT del país.

Las Redes de Próxima Generación, son la solución que ha adoptado ETECSA dentro de su estrategia de desarrollo. Pero su introducción en la actual red necesita que sea de manera planificada, escalonada y en especial que el diseño cubra la demanda actual y el incremento en servicios futuros. El diseño deberá garantizar un soporte a los servicios de calidad.

Problema

¿Cuál sería la propuesta de diseño adecuada para implementar la función SGT en nuevos nodos de conmutación con tecnología de Redes de Próxima Generación?

Objetivos

- Proponer el diseño y dimensionamiento de centrales Tandem implementadas con tecnología de Redes de Próxima Generación de forma que puedan asimilar el tráfico de tránsito nacional a mediano y largo plazo.

Para alcanzar este objetivo fundamental se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar las principales tecnologías NGN y profundizar en el conocimiento del basamento teórico de esta moderna tecnología.
- Realizar un estudio de las soluciones propuestas por los principales proveedores de telecomunicaciones en lo relativo a Redes de Próxima Generación.
- Diseñar la implementación de la función SGT en nuevos nodos de conmutación, sustituyendo las cuatro grandes centrales Tandem, por nuevas centrales con tecnología NGN, permaneciendo las actuales solo como centrales locales.
- Dimensionar los enlaces de los nuevos nodos de conmutación, de forma que puedan asumir el tráfico de tránsito nacional a corto y largo plazo.

Tareas a realizar

Las tareas a realizar en este trabajo son:

1. Análisis exploratorio de la bibliografía.
2. Caracterización de las NGN -Marco teórico-.
3. Estudiar las soluciones para NGN propuestas por los principales proveedores de equipos de telecomunicaciones.
4. Propuesta de sustitución de las Tandem Nacionales por nuevos nodos de conmutación.
5. Dimensionamiento los enlaces de los nuevos nodos de conmutación.
6. Elaboración del documento de Tesis.

Con el trabajo se pretende dar a conocer:

¿Qué características tiene una NGN?

¿Cuál es el estado de las redes de próxima generación y cuales son los principales proveedores de esta tecnología en el mundo?

¿Qué beneficios implica la aplicación de las NGN en ETECSA?

Se considera que este trabajo tiene valor práctico, pues propone un diseño genérico para sustituir las centrales Tandem usando tecnología NGN. Además, con la materialización de este proyecto:

- Se alcanzará una mejor eficiencia y calidad en los servicios ofertados por las Redes de Telecomunicaciones, permitiendo la satisfacción de las nuevas demandas de los clientes.
- Se obtendrá una mejor distribución del creciente tráfico de tránsito que se genera en nuestras redes de telecomunicaciones.
- Se sentarán las bases para la consolidación de las NGN en el país.

Organización del informe.

Durante la realización de esta tesis se emplearon dos métodos de trabajo fundamentalmente:

- Método teórico: abarcó fundamentalmente la revisión bibliográfica de la documentación de los diferentes fabricantes de equipos de telecomunicaciones, específicamente de las tecnologías NGN, características y facilidades de las mismas.

- Método Valorativo: se valoraron diferentes soluciones de evolución a las NGN ofertadas por los proveedores a ETECSA y otras que existen en el mercado y donde se seleccionó a partir de diferentes elementos (presencia en el país, desempeño del equipamiento, relaciones comerciales, factor Técnico-Económico, entre otros) la que más se adapta a las condiciones actuales de Cuba.

La estructura del documento está constituida por la introducción, tres capítulos, las conclusiones y recomendaciones, las referencias bibliográficas y un glosario de términos.

En el primer capítulo se discutirá el estado de las NGN y su basamento teórico, en el segundo se hablará de las soluciones propuestas por los principales proveedores y en el tercer capítulo se hace una propuesta de implementación de nuevos nodos de conmutación para asumir la función SGT con tecnología NGN en las cuatro grandes Tandem Nacionales, el dimensionamiento de sus enlaces y comparación con la solución actual.

CAPÍTULO I: Caracterización de las Redes de Próxima Generación.

1.1 Redes de Próxima Generación.

La evolución del sector hacia las redes convergentes o Redes de Próxima Generación – NGN – está ligada a la evolución del estado hacia la Sociedad de la Información, en la medida en que estas redes constituyen la principal infraestructura para el transporte de la información y para la conectividad de las personas.

Esta evolución implica para los operadores la innovación continua de su oferta de servicios y redes con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad. La convergencia de servicios, aplicaciones y dispositivos impulsa esta tendencia, para beneficio del cliente, pues obtiene cada vez más y mejores servicios, a un costo competitivo. Las Redes de Nueva Generación son una realidad que permite avanzar hacia la consecución de estos objetivos.

El fenómeno de la convergencia se caracteriza por dos aspectos fundamentales: Primero, la convergencia de voz, datos y video, es decir la misma red para las tres aplicaciones y segundo, la separación de los niveles: Conmutación y Procesamiento de llamada, los cuales no van a estar en el mismo equipo. Estos dos aspectos definen la necesidad de cambio de la arquitectura de la red actual hacia la arquitectura NGN.

Por todos estos elementos se considera conveniente profundizar en el conocimiento del basamento teórico de esta moderna tecnología, que se vislumbra como la solución a adoptar en el proceso de modernización de las redes de telecomunicaciones del mundo, tendencia de la cual ETECSA, como empresa de telecomunicaciones de Cuba, no está exenta.

En este capítulo se abordarán los elementos que caracterizan las tecnologías NGN, su arquitectura, normas y protocolos de señalización estandarizados, que permiten el funcionamiento adecuado de todos sus componentes en la red.

Definición de Red de Próxima Generación (NGN): Red basada en paquetes que permite prestar servicios de telecomunicación y en la que se pueden utilizar múltiples tecnologías de transporte de banda ancha propiciadas por la QoS, y en la que las funciones relacionadas con los servicios son

independientes de las tecnologías subyacentes relacionadas con el transporte. Permite a los usuarios el acceso sin trabas a redes y a proveedores de servicios y/o servicios de su elección. Se soporta movilidad generalizada que permitirá la prestación coherente y ubicua de servicios a los usuarios [7].

Sus aspectos fundamentales [8] son:

- Transferencia basada en paquetes.
- Separación de las funciones de transporte y de servicio. Desarrollo de servicios a través de interfaces abiertas.
- Soporte de un amplio rango de servicios y aplicaciones (tiempo real, *streaming* y multimedia).
- Capacidad de banda ancha con *QoS* extremo a extremo.
- Trabajo integrado con redes precedentes (RTPC y otras) a través de interfaces abiertas.
- Movilidad generalizada. Se refiere a la movilidad de usuarios y dispositivos a través de diferentes tecnologías de acceso sin interrupción del servicio.
- Acceso de los usuarios a servicios ofrecidos por diferentes proveedores.
- Variedad en los esquemas de identificación de usuarios y dispositivos.
- Trabajo con un mismo perfil de servicio para un usuario a través de toda la red.
- Convergencia de los servicios fijos y móviles.
- Soporte para múltiples tecnologías de última milla.
- Cumplimiento de todos los requerimientos regulatorios (comunicaciones de emergencia, seguridad, interceptación legal y otros).

1.2 Arquitectura básica de las Redes de Próxima Generación

De manera general, la arquitectura [9] esta definida teniendo en cuenta los elementos necesarios para la realización de los servicios telefónicos tradicionales, nuevos servicios multimedia basados en banda ancha y otros servicios que aparecerán en un futuro.

Para NGN, la arquitectura funcional debe incorporar principios fundamentales como:

- **Soporte para múltiples tecnologías de acceso:** La arquitectura funcional debe ofrecer la configuración flexible necesaria para soportar múltiples tecnologías de acceso.

- **El Control distribuido:** Esto permitirá la adaptación a la naturaleza del proceso distribuido de las redes IP y soportar transparencia de localización para informática distribuida.
- **El Control abierto:** Las interfaces de control de red deben ser abiertas para soportar la creación de servicios, actualización y
- **Aprovisionamiento independiente de servicios:** El proceso de aprovisionamiento de servicios debe estar separado del funcionamiento de la red.
- **Soporte para servicios en una red convergida:** Esto es necesario para generar flexibilidad, servicios multimedia fáciles de usar penetrando el potencial técnico de la convergencia fijo-móvil en la arquitectura funcional de NGN.
- **Protección y seguridad reforzadas:** Este es el principio básico de una arquitectura abierta. Es indispensable proteger la infraestructura de la red manteniendo los mecanismos de seguridad en las capas pertinentes.

Las redes de próxima generación son redes de alcance global, están divididas en cuatro capas o niveles: Capa de Acceso, Capa de Transporte, Capa Control y Capa de Aplicación/Servicios. Estas capas están separadas entre sí e interactúan por medio de interfaces y protocolos abiertos. El control de llamada y servicios radica en el Softswitch, quien es el cerebro de esta estructura y el cual está lógica y físicamente separado de los dispositivos de conmutación y de acceso. Este tipo de redes soporta diferentes *QoS* (*Quality of Service*, Calidad de Servicio), para diferentes servicios, pues además de transportar voz, datos y multimedia en tiempo real, también transporta datos en tiempo no real y brinda servicios a una amplia variedad de dispositivos cableados e inalámbricos.

La capa de Servicios/Aplicación.

Es la capa de mayor diferencia entre los distintos operadores. Proporciona los servicios y aplicaciones disponibles en la red, estos servicios serán ofrecidos por toda la red sin importar donde esté ubicado el usuario y serán tan independientes como sea posible de la tecnología de acceso. Se brinda a los abonados todos los tipos de servicios como Redes Inteligentes, Video en demanda, Correo electrónico, Correo de voz, Servicio Web y otros. La capa la componen los servidores de aplicaciones y de medios, los que se encargan de proveer las funciones y características de la red como son el establecimiento de las conexiones, el encaminamiento, la

facturación, los servicios avanzados que son posibles de implementar por medio de la señalización y la información que se deduce de esta.

La capa de Control.

La capa de control es la más importante dentro de la arquitectura de la NGN. En esta capa se encuentra los dispositivos que controlan todo el transporte de los datos en la red así como el acceso a la misma. Estos dispositivos son los llamados Softswitch [10], controlador de pasarelas de medios o Agente de Llamada (*Call Agent*).

El softswitch es un dispositivo que utiliza estándares abiertos para crear redes integradas de última generación, en las que la inteligencia asociada a los servicios está desligada de la infraestructura de red. Se considera la pieza central en las primeras implementaciones de las NGN (*Next Generation Networks*). Este dispositivo, combinación de hardware y software, provee control de llamada y servicios inteligentes para redes de conmutación de paquetes, y puede conmutar el tráfico de voz, datos y video de una manera eficiente. Los componentes principales del softswitch se denominan: Media Gateway (Pasarela de medios), Media Gateway Controller (Controlador de Pasarela de Medios) y Signaling Gateway (Pasarela de Señalización). Aunque muchas veces estos componentes se encuentran integrados pueden estar separados, lo que requiere el uso de protocolos de comunicación entre los mismos.

El Softswitch debe soportar las siguientes funciones:

- Control de llamada
- Protocolos de establecimiento de llamadas: H.323, SIP
- Protocolos de Control de Media: MGCP, MEGACO H.248
- Control sobre la Clase y Calidad de Servicio.
- Protocolo de Control SS7: SIGTRAN (SS7 sobre IP).
- Procesamiento SS7 cuando usa SIGTRAN.
- Detalle de las llamadas para facturación.
- Control de manejo del Ancho de Banda.
- Provee para la Pasarela Multimedia.
- Provee para la Pasarela de Señalización.

- Registro de *Gatekeeper* (controlador de acceso)

Además los conmutadores por software permiten ofrecer servicios de voz avanzados, así como nuevas aplicaciones multimedia, las cuales se caracterizan por:

- ✓ Su inteligencia. La cual les permite controlar los servicios de conexión asociados a las pasarelas de medios (*Media Gateways*) y los puntos terminales que utilizan IP como protocolo nativo.
- ✓ La posibilidad de seleccionar los procesos, los cuales se pueden aplicar a cada llamada.
- ✓ El enrutamiento de las llamadas en función de la señalización y de la información almacenada en la base de datos de los clientes.
- ✓ La capacidad para transferir el control de una llamada a otro elemento de red.
- ✓ Interfaces con funciones de gestión como los sistemas de facturación y provisión.
- ✓ Puede existir con las redes tradicionales de redes conmutadas, así como puede proveer los servicios de la tecnología de conmutación de paquetes.
- ✓ Los servicios que pueden soportar incluyen Voz, Fax, vídeo, datos y nuevos servicios que serán ofrecidos en el futuro.
- ✓ Los dispositivos finales incluyen teléfonos tradicionales, teléfonos IP, computadores, beepers, terminales de videos conferencia y más.
- ✓ Separar los servicios y el control de llamadas, de los servicios de la red de transporte subyacente es una característica esencial de las redes basadas en softswitch, en función a esto los operadores pueden elegir en todas las capas de la red los mejores productos de cada categoría de distintos fabricantes.

Los beneficios que Softswitch ofrece son:

- Bajo Costo de desarrollo.
- Fácil integración de redes diversas.
- Mejora los servicios para el cliente lo cual reduce el tiempo para mercadear.
- Mensajes unificados.
- Flexibilidad al soportar el desarrollo de equipos de telefonía de gran nivel.
- Mejores ingresos para los proveedores de servicios y operadores.

Además con la implementación de esta plataforma también se logran ventajas como:

- Los operadores se vuelven independientes de los vendedores de la tecnología y de los protocolos que los soportan.
- Los proveedores ganarán más control sobre la creación de servicios, en donde la verdadera guerra telefónica se peleará, y el software reducirá el costo total del servicio.
- Un softswitch es generalmente 40 ó 45% menos costoso que un conmutador de circuitos. Debido a que los softswitch utilizan arquitectura de cómputo general en donde el precio y desempeño han mejorado considerablemente, la industria espera que esta tecnología pueda brindar aún mayores ventajas en su costo que los conmutadores de circuitos.
- Los vendedores pronostican una embestida de la industria de desarrolladores, quienes crearán servicios basados en estándares que podrán encajar en cualquier red, fácil y rápidamente.
- Los softswitch se pueden conectar distribuidos por toda la red o de manera centralizada. En redes grandes se pueden distribuir varios softswitch para administrar diferentes dominios o zonas. También se puede tener acceso a servicios desde la plataforma de manera local o desde otras regiones. Las redes más pequeñas pueden requerir solamente dos softswitch (para redundancia). Los adicionales se agregan para mantener baja la latencia cuando la demanda de los clientes aumenta. Esto también permite a los operadores utilizar softswitch en nuevas regiones cuando construyen sus redes sin tener que comprar conmutadores de circuitos.
- Esta tecnología permite una transición pacífica de circuitos a paquetes, con servicios diferenciados e interoperabilidad a través de redes heterogéneas.

La capa de Transporte.

Esta capa no es más que el *backbone* (red dorsal) de alta velocidad, de transmisión óptica, el cual soportará el tráfico de paquetes para todos los servicios, es decir, voz, datos, video y otros, es responsable de la *QoS* de extremo a extremo. Mantendrá conectividad entre todos los componentes y la separación física entre las funciones dentro de NGN. El equipamiento que lo compone son enrutadores (*routers*) y conmutadores (*switch*) que permitirán la conmutación de las

señales por la red asegurando alta capacidad y confiabilidad. Este nivel adopta tecnología de conmutación de paquetes IP o ATM, pero el IP se reconoce como la tecnología de transporte más prometedora para NGN.

La capa de Acceso.

Esta capa incluye una diversidad de tecnologías usadas para llegar al cliente. Esta compuesta por una variedad de dispositivos que permiten a los usuarios finales tener conectividad con la NGN, estos pueden ser MGs (*Media Gateways*, pasarelas de medios), AMGs (*Access Media Gateways*, pasarelas de acceso), TMGs (*Trunk Media Gateways*, pasarelas troncales) o SMGs (*Signaling Media Gateways*, pasarelas de señalización), IADs (*Integrate Access Devices*, Dispositivos de Acceso Integrado) y puntos de acceso inalámbrico. Además, existen los dispositivos que realizan las tres funciones de los tres primeros mencionados, estos son conocidos como UMG (*Universal Media Gateways*, Pasarela de Medios Universal). A continuación se analizan brevemente cada uno por separado.

Los IADs son dispositivos que permiten la conversión de señales de datos, audio, video y otros servicios a flujos de datos empaquetados. Las interfaces pueden ser FxO, FxS, 10/100BT y xDSL. Además soportan códecs para audio y video sobre IP. Estos dispositivos de acceso pueden tener interfaces TDM y/o analógicas para los terminales que pueden ser teléfonos analógicos, digitales, PBXs, u otros y además poseen interfaces de paquetes para la conexión con la red IP, ATM o SDH. Estas últimas pueden ser GbE, FE, ATM 155 o POS 155 (Paquetes sobre SDH a 155 Mbps), en dependencia de la red de paquetes que se vaya a interconectar.

El SMG o SG (*Signaling Gateway*) o pasarela de señalización es la interfaz que permite la conversión de señalización SS7 sobre TDM a SS7 sobre IP o ATM para ser entregada al Softswitch. Esto se realiza mediante protocolos SIGTRAN (*SIGnaling TRANsport*), el cual describe un método de encapsular la información de señalización SS7 sobre IP, de manera tal que los beneficios de SS7 se mantengan.

El AMG o AG o pasarela de acceso, son los equipos que proveen conectividad a los terminales analógicos, estos pueden ser teléfonos o PBXs (*Private Branch Exchange*, Central secundaria privada), el acceso puede ser a través de RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), por sus

siglas en inglés ISDN (*Integrated Services Digital Network*), xDSL, V.5, entre otros. Su función es paquetizar las señales provenientes de los terminales para transmitir las a la red de paquetes. Para esto utilizan protocolos como MGCP/H.248, H.323 o SIP.

Los TMG o Media Gateways Troncales, como su nombre lo indica, son pasarelas que se encargan de trasladar flujos troncales. Poseen interfaces TDM, IP y/o ATM. En general pueden usar MGCP/H.248 para la comunicación con el Softswitch y H.323 o SIP para la transmisión de los datos.

Y finalmente los UMG, que implementan las funciones de conversión de flujos de medios y de señalización. Pueden actuar como TMG, AMG o SMG.

Las NGN se caracterizan por una arquitectura que desacopla redes y servicios, con múltiples capas y planos, donde hay una separación clara entre las funciones de transporte y las funciones de servicios. Tienen capacidad para la creación, el despliegue y la gestión de cualquier tipo de servicio conocido y por venir, combinando cualquier tipo de medio. Las entidades funcionales pueden estar distribuidas sobre la infraestructura comunicándose a través de interfaces abiertas controlando las políticas, secciones, medios, recursos, entrega de servicios, seguridad, etc. Se caracterizan además por la interoperabilidad con las redes actuales a través de las puertas de enlace (*GW, gateways*).

1.3 Voz sobre IP (VoIP)

El crecimiento y fuerte implantación de las redes IP, tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y priorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en redes IP han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP. Este aspecto ha sido abordado tanto por ITU como por el IETF. VoIP [3] [11] es el conjunto de normas, dispositivos, protocolos, en definitiva *la tecnología* que permite comunicar voz sobre el protocolo IP (protocolo Internet). El concepto original es relativamente simple: se trata de transformar la voz en "paquetes de información" manejables por una red IP. Gracias a otros protocolos de comunicación, como el RSVP, es posible reservar cierto ancho de banda dentro de la red que garantice la calidad de la comunicación.

El estándar H.323 del ITU-T cubre la mayor parte de las necesidades para la integración de la voz, por tal motivo se decidió que el H.323 fuera la base del VoIP. El VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en un conjunto de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación:

Direccionamiento

- RAS (Registration, Admission and Status). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS

Señalización

- Q.931 Señalización inicial de llamada
- H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización /sincronización del flujo (*stream*) de voz.
- H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para *streams* de voz.

Compresión de Voz

- Requeridos: G.711 y G.723
- Opcionales: G.728, G.729 y G.722

Transmisión de Voz

- La transmisión se realiza sobre paquetes UDP (*User Datagram Protocol*, Protocolo de Datagramas de Usuario), pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP *Transmission Control Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión.
- RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.

1.4 Protocolos en NGN

La arquitectura y ejecución de las redes de próxima generación deberán partir de interfaces y protocolos basados en normas. Esto es esencial para obtener el interfuncionamiento de productos de diferentes proveedores y para acelerar el ritmo de las innovaciones. Las NGNs necesitan soportar una gran variedad de funciones de red, incluyendo los tradicionales protocolos orientados a datos y los más recientes protocolos orientados a la convergencia [12].

Para el correcto funcionamiento de una red NGN es necesario el uso de normas y protocolos de señalización estandarizados, que permitan el funcionamiento adecuado de todos sus componentes en la red. Esos protocolos son la llave para consolidar la convergencia de las redes.

La pila de protocolos de *NGN* es bastante amplia, los cuales trabajan en los diversos niveles de su arquitectura. Estos se pueden clasificar en dependencia de la función que realizan:

- Protocolos de control de transporte: TCP, UDP, SCTP.
- Protocolos de control de llamada: ISUP, SIGTRAN, BICC, SIP-T, SIP-I, H.323.
- Protocolos de control de media: H.248, MGCP, SIP.
- Protocolos de aplicaciones: PARLAY, JAIN, XML, INAP, LDAP, RADIUS.
- Protocolos de Gestión: SNMP, DHCP, HTTP, TELNET.
- Media: RTP, RTCP

1.4.1 MEGACO / H.248

Megaco (*ME*dia *GA*teway *CO*ntról, control de pasarela de medios) [13] [14] es la generación siguiente del MGCP (*ME*dia *GA*teway *CO*ntról *PR*otocol), desarrollado por *Telcordia* y *Level 3 Communication*, fue uno entre algunos estándares de señal y control propuestos para competir con el estándar H.323 para la conversión de señales de audio, transportadas en los circuitos telefónicos (RTPC), en paquetes de datos transportados por Internet o por otras redes de conmutación de paquetes. La razón principal de la necesidad de desarrollo de este estándar fue la creciente popularidad de voz sobre *IP*. Los teléfonos tradicionales, ya sean digitales o analógicos, son relativamente baratos porque no necesitan ser complejos, ellos son fijados a un conmutador

específico de una central de conmutación local. Los primeros dispositivos y teléfonos *IP* no son fijados a un conmutador específico, entonces ellos deben de tener procesadores que le permitan funcionar y ser inteligentes por ellos mismos, independiente de una central de conmutación local.

1.4.2 SIP

SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de control de nivel de aplicación [15] [16] desarrollado para el establecimiento, modificación y finalización de sesiones multimedia (conferencias) tales como llamadas telefónicas sobre Internet. SIP también puede invitar a los participantes de las sesiones ya existentes, tales como conferencias de multidifusión. Los medios se pueden agregar (y quitados de) una sesión existente. SIP transparentemente admite la asignación de nombre y servicios de redirección, lo cual soporta movilidad personal - los usuarios pueden mantener un único identificador visible externamente, independientemente de su ubicación de red.

SIP soporta los servicios fundamentales de seguridad:

- Autenticación.
- Control de Acceso.
- Confidencialidad.
- Integridad.

Principalmente hay tres tipos de servidores SIP:

- Servidor Proxy
- Servidor de Registro.
- Servidor de Redireccionamiento

SIP cumple cinco funciones en el establecimiento y finalización de sesiones multimedia: localización de usuarios, determinación de su disponibilidad, enumeración de las capacidades de su terminal, configuración de la llamada y gestión de la sesión (incluyendo transferencia y terminación de llamadas).

1.4.3 H.323

La Recomendación H.323 [11] [17] de la UIT-T (Sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes), trata sobre la forma en que los teléfonos PC o los teléfonos existentes pueden conectarse mediante adaptadores, a redes de paquetes e inter-funcionar con redes telefónicas públicas conmutadas a través de pasarelas. Conocida como H.32X, dicha serie incluye la H.320 para la RDSI de banda estrecha (RDSI-BE), la H.321 para la RDSI de banda ancha (RDSI-BA) y la H.324 para la red telefónica conmutada. Las comunicaciones conforme a la H.323 son una combinación de señales de audio, video, datos y control.

1.4.4 BICC

El protocolo de control de llamada de portador independiente (BICC, Bearer Independent Call Control) [18], que está preparando por la Comisión de Estudio 11 del UIT-T, ofrece un medio para que los explotadores actuales de la RTPC, basándose en la tecnología de circuitos conmutados, hagan evolucionar sus redes hacia la compatibilidad con los servicios de voz por paquetes con un efecto mínimo en sus operaciones. Aunque existe cierta duplicación en la funcionalidad entre la especificación BICC de la CE 11 y la H.323 de la CE 16, la especificación H.323 se concentra en empresas pequeñas y nuevas de telecomunicaciones, mientras que la BICC es para las necesidades de las actuales empresas operadoras de redes que han instalado redes ISUP y desean postergar su migración a SIP / SIP-T.

El protocolo BICC está basado en el protocolo de parte usuario de RDSI (ISUP), CCS7 y se especifica en la Recomendación Q.1901 del UIT-T.

1.4.5 SIGTRAN

SIGTRAN [19] es el nombre del grupo de trabajo de la IETF (*Internet Engineering Task Force*) que ha desarrollado una serie de protocolos que permiten transportar señalización SS7 por redes IP. Por extensión se llama SIGTRAN -*SIG*nalling *TRAN*sport- a este grupo de protocolos.

Estos protocolos soportan la transmisión de la señalización para la red de conmutación de circuitos (*SCN, switched circuit network*) sobre redes IP. El mismo soporta interfaz primitivo del estándar entre-capas definido en el modelo de jerarquías del protocolo de señalización SCN para

asegurar la utilización de las aplicaciones basadas en SCN sin modificaciones. Esto es también utilizado por el protocolo IP en la capa inferior de transmisión y cumple con los requerimientos esenciales de la señalización SCN añadiendo las propias funciones.

M3UA: MTP3- Capa de Adaptación de Usuario.

M2UA: MTP2- Capa de Adaptación de Usuario.

V5UA: V5.2- Capa de Adaptación de Usuario.

SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*, Protocolo de Control de Transmisión de Cadena): Es un protocolo de comunicación de capa de transporte que fue definido por el grupo SIGTRAN de IETF en el año 2000 y especificado en la RFC 2960. SCTP es una alternativa a los protocolos de transporte TCP y UDP pues provee confiabilidad, control de flujo y secuenciación como TCP. Sin embargo, SCTP opcionalmente permite el envío de mensajes fuera de orden y a diferencia de TCP, SCTP es un protocolo orientado al mensaje (similar al envío de datagramas UDP).

Términos relacionados

Pasarela de medios (MGW): Cuando el flujo de información es transferido desde la SCN hacia la red de conmutación de paquetes, el MGW lo pone en paquetes de datos (si los datos no han sido transformados en paquetes), y entonces transfiere la información paquetizada a la red de paquetes. Cuando el flujo de información es transmitido desde la red de paquetes hacia la red SCN, se realiza la función inversa.

Controlador de pasarela de medios (MGC): El MGC es utilizado para el registro y control (administración) de los recursos del MGW. El MGC presenta las siguientes capacidades:

- Autorización de recursos a utilizar basados en estrategias locales.
- Iniciación y terminación de los protocolos de señalización de SNC, como son No.7-ISUP y Q.931.

Pasarela de señalización (SG): Puede recibir y transmitir señalización interna SNC en el borde de la red IP. El SG en la Pasarela No.7-Internet puede pasar, traducir o terminar los eventos de la SS7. Las funcionalidades de un SG pueden estar integradas en las funciones de un MGW.

Una representación global de NGN donde se precisan sus capas funcionales [5], diversidad de redes ínter funcionando y algunos dispositivos terminales se exponen en la.

1.5 Seguridad en la NGN

La seguridad [20] [21] en la provisión de servicios es uno de los aspectos claves en la NGN. Desafortunadamente existen numerosas amenazas que conciernen a las redes VoIP; muchas de las cuales no resultan obvias para la mayoría de los usuarios. Los dispositivos de redes, los servidores y sus sistemas operativos, los protocolos, los teléfonos y su software, todos son vulnerables.

Los niveles de seguridad se pueden estructurar en dos apartados diferentes siendo sus objetivos principales la integridad, la disponibilidad y la confiabilidad en:

- Seguridad de red.
- Seguridad de clientes e información.

Los requerimientos de seguridad van a tener un impacto en la arquitectura de Internet, incluyendo los elementos que la red necesita para administrar la identidad digital PKI (*Public Key Infrastructure*) , así como los protocolos SSL (*Socket Security Level*)/TLS (*Transport Level Security*) e IPSec (*IP Security*) que permiten autenticar usuarios y proteger sus operaciones a través de la red.

1.6 Calidad de Servicio (QoS)

Tradicionalmente, la industria de la telefonía trabaja con unas altas exigencias de fiabilidad, conocidas como los "cinco nueves": 99,999 por ciento. Esto se traduce en unos objetivos de diseño de centrales públicas de conmutación que garantizan niveles de caída del servicio de sólo dos horas cada cuarenta años de operación. Cuarenta años suponen aproximadamente 350.400 horas; y dos horas sin servicio representaría sólo un 0,0000057 de todo ese tiempo. O lo que es lo mismo, una disponibilidad del 99,9994 por ciento [4].

La NGN debe ser capaz de soportar una gran variedad de servicios con especificación de Calidad de Servicio [22] [23] [24] [25], por sus siglas en inglés, QoS (Quality of Service). Para lograrlo podrían emplearse diferentes mecanismos de control de la QoS, que correspondan a las diferentes tecnologías y modelos comerciales posibles. Esos mecanismos de soporte de la QoS influyen

sobremanera en la arquitectura que puede ser necesaria para proporcionarlos. De hecho existen varias alternativas diferentes que dependen, por ejemplo, de las capacidades del terminal de usuario o de las necesidades del servicio.

Sin embargo, si de algo adolece todavía la VoIP es de la calidad de los sistemas telefónicos tradicionales. Los problemas de la calidad del servicio en VoIP vienen derivados de dos factores principalmente:

- Internet es un sistema basado en conmutación de paquetes y por tanto la información no viaja siempre por el mismo camino. Esto produce efectos como la pérdida de paquetes o el *jitter* (fluctuación de fase).
- Las comunicaciones VoIP son en tiempo real lo que produce que efectos como el eco, la pérdida de paquetes y el retardo o latencia sean muy molestos y perjudiciales y deban ser evitados.

1.7 Sector de Normalización

Los principales productos del UIT-T son las recomendaciones (UIT-T RECs) - normas que definen cómo operan e interactúan las redes de telecomunicaciones (...) Hay más de 3.000 recomendaciones en vigor sobre los temas de definición de servicio para arquitectura de red y seguridad, desde DSL de banda ancha hasta sistemas de transmisión óptica a Gbit / s para redes de próxima generación (NGN) y las cuestiones relacionadas con la IP, todos los componentes fundamentales actuales de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs).

Las Recomendaciones de la Serie Y de la UIT-T [26], recogen la información global de infraestructura en la serie Y de la Y.100 a la Y.899, los aspectos del protocolo de Internet de Y.1000 a Y.1899 y las Redes de Próxima Generación de la Y.2000 a la Y.2099. La descripción de esta serie de se puede ver en la tabla 2.1 de los anexos.

1.8 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se desarrolló una caracterización de las tecnologías NGN, su arquitectura, normas y protocolos de señalización estandarizados. De este análisis se puede concluir que de las NGN se espera una red multi-capas y multi-servicio que utilice tecnología de paquetes, que además

permita conectar sus clientes sin perder la fiabilidad y funcionalidad de las redes de telefonía pública; se espera la rápida introducción de nuevos servicios, además del soporte de la calidad de servicio para tráfico individual, transmisión óptica en su núcleo, interfaces abiertas e interoperabilidad multi-vendedor.

La necesidad de manejar y administrar el incremento en el tráfico de datos es cada día mayor, incluyendo servicios de voz, telefonía, video, etc. Es por ello que hoy ambas tecnologías, conmutación de circuitos y conmutación de paquetes, se necesitan, y la coexistencia voz/datos es la única y segura vía en la evolución hacia las NGN.

Para satisfacer estas necesidades del mercado de las telecomunicaciones, la arquitectura NGN deja de ser la de una red convencional, se estructura de niveles independientes y todas las informaciones se transportan sobre paquetes. Las disponibilidades de los protocolos necesarios se suman a la existencia del equipamiento en el mercado que hace de la NGN una red madura que se impone en las redes mundiales.

En el siguiente capítulo se considerarán los enfoques o estrategias para la migración a las redes NGN propuestos por los principales fabricantes de estas modernas tecnologías.

CAPÍTULO 2: Evolución a redes de Próxima generación. Soluciones propuestas por los principales proveedores

Habiéndose analizado en el capítulo anterior el basamento teórico de las *NGN*, que se vislumbra como la solución a adoptar en el proceso de modernización de las redes de telecomunicaciones del mundo, se considera provechoso realizar un estudio de las soluciones que ofrecen varios de los principales proveedores de estas modernas tecnologías.

En el mercado actual de las telecomunicaciones existen numerosas empresas de reconocida trayectoria, que ofrecen estrategias ambiciosas de migración para el desarrollo de redes multiservicios a partir de una infraestructura base.

La migración de la Red Pública basada completamente en tecnología TDM hacia la Red de Próxima Generación basada en conmutación de paquetes no puede ser alcanzada en un solo paso. Los costos de migrar completamente la red serían altísimos y se desecharían todos los recursos existentes en los cuales los operadores han invertido dinero y tiempo [27].

Desafortunadamente, no es posible proporcionar una recomendación general sobre cómo y cuándo migrar una red. La estrategia hacia la *NGN* dependerá del estado de la red instalada, los requisitos de los clientes, objetivo del operador de red y de sus planes de expansión.

A continuación se analizarán, primeramente las soluciones ofrecidas por las empresas HUAWEI y ALCATEL, dos de los principales suministradores de estas tecnologías presentes en Cuba.

Seguidamente se realizará un estudio de otros fabricantes de estas tecnologías como: ERICSSON, MARCONI, NORTEL, ITALTEL, NEC y SIEMENS, los cuales se seleccionaron tomando como base un estudio previo en el cual se analizaron los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de sus equipos en el mercado.
- Trayectoria en el sector de las telecomunicaciones.

2.1 HUAWEI. Propuesta para migración a NGN

La solución NGN propuesta por Huawei se denomina **U-SYS**, la cual ha sido implementada por varios operadores en diferentes países dentro de los que se encuentra Cuba.

U-SYS [28] comprende los cuatros planos NGN (*Next Generation Network*, Redes de Próxima Generación), denominados capa de acceso, capa de conmutación, capa de control y capa de servicios y aplicación. U-SYS puede interconectarse con redes PSTN (*Public Switched Telephone Network*, Red Telefónica Pública Conmutada), redes públicas de telefonía móvil (PLMN), redes de tercera generación (3G), IN (*Intelligent Network*, Redes Inteligentes), Internet y otras redes a través de pasarelas (*gateways*) de acceso, pasarelas troncales, pasarelas de señalización y pasarelas de interconexión de video. La interconexión permite a las redes NGN heredar todos los servicios de las redes originales de manera eficiente.

Huawei propone como estrategia para la evolución de las redes RTCP a NGN un proceso que incluye varias fases o etapas y que va aprovechando lo mejor de ambas. En la primera fase de construcción de NGN, la primera tarea que propone es resolver el problema de la interconexión. Más adelante, cuando NGN madure y el tráfico de datos sea la mayor parte de la totalidad de servicios de red, se podrá establecer una red convergente. Entonces los servicios de voz basados en TDM podrán ser migrados poco a poco hacia la NGN.

Principales componentes de la NGN de Huawei

SoftX3000: Softswitch Huawei

El SoftX3000 (figura A.1 de los anexos) es un Softswitch de alta capacidad destinado para operar en el nivel de control de las redes NGN y es el encargado de implementar el control de las llamadas por intermedio de la administración de las conexiones de voz, datos, así como de los servicios multimedia establecidos sobre una red IP.

Este equipo es capaz de brindar todos los servicios de las redes tradiciones, conocida como Red Telefónica Pública Conmutada o RTPC y una amplia gama de nuevos servicios. También soporta todas las interfaces de señalización para la interconexión con las redes de señalización SS7

(*Signaling System Number 7*, Sistema de Señalización número 7) junto con los nuevos protocolos de las redes NGN.

El SoftX3000 está compuesto físicamente por la estructura OSTA (*Open Standards Telecom Architecture*, Estándares Abiertos de Arquitectura de Telecomunicaciones), por el BAM (*Back Administration Module*, Módulo de Administración de Respaldo) y por la Pasarela de facturación y gestión iGWB (*iGateway Bill*, Módulo de facturación)

UMG8900 (Pasarela de Medios Universal)

Basado en la arquitectura estándar NGN, UMG8900 (figura A.2 de los anexos) es el equipo clave de las soluciones U-SYS. El UMG8900 [29] se puede utilizar como pasarela de varios servicios de la capa de acceso en la solución U-SYS como Pasarela Troncal (TG), Pasarela de Acceso (AG), conmutador NGN, y amplió integración de de servicios de la red fija y móviles. Este dispositivo se considera universal ya que puede ser usado para dar varios servicios en las redes NGN en la capa de acceso y transporte dependiendo de cómo se configure el mismo. Este se puede ver realizando como Pasarela Troncal (TG, Troncal Gateway), Pasarela de Acceso (AG, Access Gateway), Habilitador de Conmutación en Redes NGN, Pasarela de Interconexión de Video (VIG, Video Interconnection Gateway), Aplicación Combinada (AG/TG/VID) y amplia integración de servicios entre redes fijas y móviles.

AMG (Access Media Gateway)

La serie AMG5000 de Huawei (figura A.3 de los anexos) es un dispositivo de acceso a la red de conmutación de paquetes. Se encarga de la conversión de las señales analógicas de voz desde el lado del suscriptor hacia la red IP a través de Ethernet. Los AMG5000 soportan el servicio de Voz sobre Protocolo de Internet (*Voice over IP, VoIP*).

Características:

- Soporta G.711, G.726, G.723.1 y G.729 a.
- Soporta detección de DTMF y cancelación de eco.
- Soporta detección de actividad de voz (VAD) y generación de ruido de confort (*Comfort Noise Generation, CNG*).

- Provee múltiples garantías de calidad de servicio, tal como la prioridad del audio sobre el dato en la cola de tráfico.
- Cada AMG5000 ocupa sólo una dirección IP para transportar el tráfico de 160 ó 320 puertos de suscriptores.
- Soporta protocolos de interface MGCP y H.248.
- Interface con RTP, RTCP, HTTP, FTP, TFTP y Telnet.
- Interfaces físicas con POTS, Interfaz 10/100 Base-T, para el mantenimiento local RS-232, Interfaz de tronco analógico e interfaz de alimentación externa de -48 DC ó 220V AC.

IAD: Dispositivos de Acceso Integrado

Los IAD [30] son dispositivos de acceso basados en la tecnología de VoIP y Fax sobre IP (*FoIP*), brindando alta eficiencia y excelencia en el servicio de voz en el mundo de las redes IP. Su función es la conversión de señales analógicas a señales paquetizadas. Además permite el acceso de terminales de datos y visuales. Huawei fabrica 2 modelos de IAD: el IAD 132E (T) y el IAD108&208.

SG7000

El SG7000 es un nuevo diseño de gateway de señalización, utilizado en la capa de acceso de NGN. Puede ser configurado flexiblemente, para ser aplicado tanto en la red fija, como en la móvil. Su capacidad alcanza hasta 5760 enlaces. Procesa los protocolos SIGTRAN y SS7. Posee interfaz para la gestión y para banda ancha 10BaseT/Fx y 100BaseT/Fx .

Entre sus principales características figura su capacidad de procesar 5120 líneas a 64 Kbps ó 640 líneas a 2 Mbps. Interfaces E1/T1 y FE; Soporta los protocolos SIGTRAN (M3UA/M2PA/SCTP) y SS7. Tiene analizador de señalización incorporado.

TMG8010

Localizado en la capa de acceso de borde, el TMG8010 [31] actúa como pasarela de medios para permitir el interfuncionamiento entre PSTN y la red NGN con garantía excepcional de calidad de servicio. Permite en la nueva red todos los servicios originales de PSTN. Soporta los protocolos

M2UA, IUA, SCTP, posibilitando la transparencia en la transmisión de señalización. Permite la conexión de hasta 138 E1.

UA5000

El UA5000 es un dispositivo de acceso a redes de telecomunicaciones, el mismo es utilizado para acceder a redes ISDN (*Integrated Services Digital Network*, Red Digital de Servicios Integrados), acceso a redes de banda ancha, banda estrecha, así como a redes NGN, ya sea orientado para dar servicios de voz , datos u otros servicios.

Este es una Unidad de red Óptica Remota (ONU, *Optical Network Unit*), el mismo se sitúa en una central local al suscriptor de la red y garantiza varias interfaces de servicio, procesamiento óptico de señales, y procesamiento troncal óptico.

2.2 ALCATEL

Este fabricante de equipos de telecomunicaciones tiene disponibles en el mercado una amplia gama de productos para dar respuesta a las necesidades de los operadores en todas las capas funcionales de las Redes de Próxima Generación NGN.

Principales componentes de la NGN de Alcatel

A1000 E10MGC: Softswitch Alcatel

Dentro del proceso de desarrollo de las centrales E10 [32], Alcatel ha diseñado el conmutador que denomina Alcatel 1000E10 MM o E10 MGC (figura A.4 de los anexos) que quiere decir el Alcatel 1000 MM E10 reforzado con la función de MGC.

Este conmutador se destinaba en un principio para operadores que ya habían instalado en sus redes las centrales de la línea E10 brindándoles la oportunidad de transitar fácilmente hacia la NGN sobre la base de un proceso de migración ordenado de la infraestructura tecnológica instalada garantizándose la continuidad funcional plena de los rasgos y la personalización de los servicios de forma tal que la transición hacia la NGN es transparente hacia los usuarios finales.

El E10 MGC asegura el interfuncionamiento con las redes existentes así como otros productos de NGN. En este conmutador de nuevo tipo no se utiliza el tradicional método de conmutación de circuitos, común para los sistemas TDM, sino el principio de conmutación denominado Softswitch el cual requiere un nuevo entorno y la aparición en la red de nuevos protagonistas.

Se plantea que la evolución [32] de la central Alcatel 1000E10MM es por actualización de software, y con modalidad de trabajo como:

- Softswitch Universal.
- Control remoto de los MG (H.248).
- Interactúa con otros MGCs /Softswitch (BICC, SIP-I).
- Interfaz hacia SIP de servidores avanzados.
- Central telefónica. Gestiona ambos tráficos (TDM y NGN).
- Servicios hacia el usuario final.
- Interfaz hacia la Red Inteligente, facturación y gestión.
- Ofrece servicios de Clase 4 (Trunking), desde 2003 y de está previsto y desde el 2004 la Clase 5 (Acceso).

Soporta los protocolos ITU/IETF H.248/MEGACO y además BICC CS1/CS2, SS7 ITU-T ISUP V3 y SIGTRAN, SIP-I y SIP (interactuando con *softswitches* MM) y ETSI INAP (servicios de Red Inteligente).

La evolución de las centrales A1000 E10 cuyo principio de diseño se basa en estaciones multiprocesadoras sobre las cuales actúan máquinas lógicas para brindarles las funcionalidades específicas de SMA, SMS, etc. ya había considerado en su paso hacia la 1000 E10 MM algunos cambios significativos entre los que se encuentran la introducción de una matriz de conmutación ATM y la introducción de las estaciones multiprocesadoras de tipo único SMB. De esta forma llegar a la central E10 MGC no ocasiona ningún impacto nuevo en la arquitectura del hardware estando los principales cambios concentrados en el uso de las estaciones SMB para organizar el software de MLMGI y el uso de acopladores de Ethernet en el SMB para la comunicación hacia el ambiente IP. El desarrollo de las centrales E10 MGC es un proceso continuo y se expresa en la dinámica evolución de las plataformas HC3.X.

Uso del SIP en E10 MGC

El SIP incluye dos posibilidades principales para el interfuncionamiento: Encapsulado (la componente de carga útil del mensaje ISUP es incluido en el mensaje de SIP, además de la carga útil de SDP usual llevada por el SIP) y Traducción (el SIP trabaja entonces sin llevar incluida ningún tipo de información o carga útil de ISUP).

Las llamadas SIP son tratadas de una forma similar a como se tratan las llamadas en BICC CS2, la diferencia es que estos " troncos" son troncos únicamente lógicos sin ninguna correspondencia con enlaces físico. Estos " troncos" lógicos son de hecho sesiones de VoIP descritas vía SDP.

En la figura A.4 de los anexos se muestra el softswitch 5060MGC10 de Alcatel.

A7510 MG y A7515 MG

El Media Gateway A7510 MG [33] es una Pasarela de Troncales (Trunking Gateway) cuya función principal es asegurar el interfuncionamiento entre el mundo NGN y el mundo TDM (PSTN/PLMN). Utiliza la interfaz GETH óptico con el mundo NGN (Backbone IP) y E1's o STM1's con el mundo TDM (Backbone SDH).

El Media Gateway A7515 MG [34] puede ser usado como Pasarela de Acceso o Pasarela de Troncales de pequeña capacidad (16 E1 máximo) cuya función principal es de asegurar el interfuncionamiento entre el mundo NGN y el mundo TDM.

ISAM (*Intelligent Services Access Manager*)

El equipo de Acceso ISAMV 7302 [35] es un equipo de Acceso de Alcatel-Lucent, adecuado para proporcionar de forma integrada, los nuevos servicios muy consumidores de banda ancha y los servicios universales existentes de voz.

La plataforma ISAM garantiza el suministro de un gran ancho de banda para cualquier abonado gracias a una arquitectura de banda ancha optimizada en árbol autorizando varias interfases de abonados incluyendo el servicio DSL tradicional sobre cobre, el acceso por fibra y el FME

(Ethernet en la Primera Milla) y a los componentes integrados como el video multicast y el control de QoS/CoS para servicios diferenciados.

Existen 3 configuraciones para implementar el ISAM en la red:

- Configuración CO (Central Office)
- Configuración Subtendida
- Configuración remota

En la figura A.6 de los anexos se muestra el equipo de Acceso ISAM 7302 de Alcatel.

Arquitectura del ISAM

Cada tarjeta de línea es conectada con un enlace Giga-Ethernet punto a punto hacia la función central de agregación (tarjeta NT). La tarjeta de agregación del ISAM tiene un total de 24 interfaces Ethernet:

- 16 puertos Ethernet son reservados para conectar tarjetas de líneas.
- 8 puertos Ethernet son disponibles para conectar el nodo a la red IP, para conectar nodos subtendidos o para extender la interfase de línea hacia el abonado (FE/GigE).

El control y la transmisión de los datos entre la tarjeta NT y las tarjetas de líneas y/o la tarjeta servidor de voz se hace a través de la conexión punto a punto Gigabit Ethernet. Esa conexión permite el intercambio de datos, la gestión y el control del tráfico entre las tarjetas de líneas/servidor de voz y la tarjeta NT. La conexión es físicamente implementada en el fondo de panel del alveolo del ISAM.

El equipo de acceso TDM

El CSN [36] (*Convergent Service Node*, nodo convergente de servicio) es un controlador multi-acceso y un elemento clave de la solución de acceso universal de Alcatel-Lucent 1000 en las redes de telecomunicaciones. Tanto el CSN como el CNE (*Customer Nearest Element*, elemento para clientes más cercanos) ofrecen numerosos tipos de acceso de voz, fax y servicios de Internet en una arquitectura que se adapta a diferentes topologías.

Cada CSN permite conectar hasta 5120 usuarios y puede ser ubicado en cualquier parte de la red, ya sea conectado como concentrador local o instalado como concentrador remoto en la proximidad de los grupos de usuarios.

2.3 ERICSSON

Ericsson es una de las empresas que lideran el desarrollo de estándares abiertos para redes multiservicios a nivel mundial. Muchas redes en varios países utilizan equipos de red Ericsson. Este desarrollo está en línea con la tercera generación de las redes de telefonía móvil y la convergencia de las redes fijas con capacidad de manejar la tecnología IP bajo criterios Clase Portadora (*Carrier Class*).

EIN (*Engine Integral Network*)

ENGINE [37] es el nombre para soluciones de Redes de Próxima Generación (NGN) de Ericsson. Esta solución permite la convivencia de los servicios tradicionales de banda estrecha y de conmutación por circuitos con aquellos de banda ancha y conmutados por paquetes, tomando y combinando lo mejor de ambas tecnologías.

La arquitectura horizontal, propuesta por Ericsson para la nueva generación de redes multiservicio, integra a la red en forma horizontal y la concibe en tres capas, independientes una de otra. En la parte superior se encuentra la capa de Control y Servicios, donde éstos últimos son definidos y administrados. La capa intermedia es la red de Conectividad unificada, la cual transporta todos los bytes sin tomar en cuenta la clase de conexión o servicio que representan. Finalmente, la capa inferior es la de Multi-acceso la cual es capaz de incluir la red de acceso fijo para voz o datos, el acceso a redes inalámbricas o celular móvil, así como interconexión con otras redes.

Bloques principales

Servidor de Telefonía (*Telephony Server, TeS*): en una red ENGINE, las llamadas telefónicas son convertidas en circuitos virtuales conmutados (SVC) de ATM. La función del Servidor de Telefonía (TeS) es controlar el establecimiento de llamadas a través de la red. El TeS provee entonces la inteligencia de las centrales PSTN / ISDN / IN actuales pero no necesariamente se ve

involucrado en la conexión real de las mismas. El TeS es implementado tomando el mismo software que ya existe en las centrales telefónicas de Ericsson (llamada centrales AXE) y corriendo en un apropiado sistema de servidor, salvaguardando la calidad y características de los servicios telefónicos actuales (protocolo H.248).

MSG (Pasarela Multi-Servicio): actúan como compuertas en la frontera del Backbone y hacen la conversión de todos los servicios y estándares usados en las diferentes redes para acceder al Backbone de alta capacidad. Es decir, el MSG se comporta como una compuerta Multi-acceso con una amplia gama de protocolos de ingreso, desde X.25, TCP/IP, MPLS, E1, con la interacción del TeS, es capaz de aceptar los protocolos del sistema de señalización No. 7 (SS7). De esta manera, las pasarelas de Media (MG's) son la interfaz entre la Red Medular (*Backbone*) y las diferentes redes de acceso como son: fija (donde, por ejemplo, pueden reemplazar centrales locales), inalámbrica o móvil; incluso proveen la interfaz entre la red dorsal y otras redes de un operador distinto.

Conmutadores ATM (AXD 301): son el corazón de la capa de conectividad de la red. Por el momento Ericsson considera a ATM como la tecnología idónea para la creación de la red troncal encargada de transportar servicios con la misma calidad que las redes PSTN /ISDN lo hacen en la actualidad.

Solución de Gestión ENGINE (*ENGINE Management Solution, EMS*): provee las funciones de Operación y Mantenimiento del sistema de administración.

Los elementos principales de red así como los diferentes tipos de interfaces, por ejemplo para voz, ATM, Frame Relay o servicios IP/MPLS, pueden conectarse a un MSG (Pasarela Multiservicio) para crear la solución completa de red.

Como se puede apreciar, el concepto de softswitch para ERICSSON es de Telephony Server, no es un softswitch puramente de señalización. Las llamadas a las máquinas de anuncio llegan ahí, así como llamadas R2, conferencias tripartitas y llamadas en espera.

2.4 MARCONI

El SoftSwitch de Marconi es una solución de conmutador de clase portadora que permite servicios de voz y datos transportados en forma de paquetes IP, en lugar de en el formato digital convencional, a través de una única red integrada. El SoftSwitch está diseñado para soportar aplicaciones multimedia, a la vez que proporciona la funcionalidad existente de conmutador local (clase 5) y troncos/tandem (Clase 4), con un conjunto completo de funciones de telefonía como transferencia de llamadas y bloqueo de llamada. El SoftSwitch puede interactuar con la red de datos principal, redes de acceso y las redes de telefonía pública proporcionando flexibilidad en el despliegue de la migración de las redes existentes a una red de paquetes integrada [38].

XCD5000

El SoftSwitch XCD 5000 [39] es una solución de conmutación de nueva generación, que permite la integración de servicios de voz, datos y multimedia sobre una misma red de transporte (IP/ATM, MPLS). Es una solución escalable, es capaz de proveer 1.000.000 BHCA, 250.000 usuarios y permite futuro *upgrade* de Hardware. La zona del SoftSwitch comprende el área bajo el control del SoftSwitch y sus componentes.

Las principales características de este SoftSwitch son que sirve de soporte de los servicios que pertenecen a las centrales de transporte (clase 4) y locales (clase 5) y capacidad de red de tránsito (TANDEM). Posee interoperabilidad con diferentes topologías de acceso como son xDSL, Ethernet, Q.931, DPNSS (*Digital Private Network Signalling System*), Híbrido fibra – coaxial.

El agente de llamada cuenta con las siguientes funcionalidades de control de la zona del Softswitch, verificación del ancho de banda disponible, verificación de la autenticación del cliente, control de llamada (voz y multimedia), servicios de voz PSTN y VPN empresariales, algoritmos de enrutamiento de voz y multimedia, gestión del ancho de banda (en conjunto con el *Media Firewall*), coordinación con las Pasarelas de Señalización, Pasarelas de Media y Cortafuegos de Media y cuenta con la funcionalidad SSP (*Service Switching Point*) de la red inteligente

Soporta los protocolos MGCP (Agente de llamada – Pasarela de señalización) evoluciones no previstas, MGCP VERS 1.0 (Agente de llamada – Media GW), MGCP (Agente de llamada – AXH) evolución hasta H248 y después incluyó SIP (fin 2004) y SIP-T (Agente de llamada – Cortafuegos de media)

Codificador de voz: G711 y G729 a/b (en el Softswitch)

Pasarela de Medios

La pasarela de medios cuenta con las funcionalidades de Conversión IP-TDM por medio de la transformación de la carga útil (payload) de la llamada telefónica en el protocolo RTP (Real Time Protocol), controlado por el Agente de llamada (MGCP), procesamiento de datos multimedia (hasta 4 E1, G.703), conversión de voz y datos (G.711, G.729 a/b), terminación de Fax grupo 3 Real Time (hacia PSTN), V.17, V.21, V.27ter, V.29 y supresión de eco (G.165, G.168)

Pasarela de Señalización

La pasarela de señalización realiza la conexión de las redes IP y PSTN por medio de la señalización SS7, la transferencia de mensajes de control de llamadas SS7 desde el flujo de datos PCM hacia el Agente de llamada, soporta la señalización en banda.

Cuenta con las funcionalidades de transmisión y recepción de unidades de mensaje MTP; terminación de los niveles 1-3 MTP, transporte de ETSI ISUP, UK ISUP, UK NUP, SCCP mensajes de usuario desde/hacia el Agente de llamada, soporte de los estándar ETSI MTP y BTNR MTP y soporte de los estándar ETSI SCCP.

AXH (Access Hub)

El Concentrador Digital de Acceso, AXH de Marconi [39] constituye la plataforma de multi-servicio que soporta diferentes tecnologías de acceso a banda ancha (ADSL, ADSL2, SHDSL, VDSL, Ethernet).

Las topología de las tarjetas son: POTS (60 puertos), ISDN (30 puertos), COMBO (POTS+ADSL) (24 puertos), ADSL (32 y 48 puertos), SHDSL (32 puertos), Modulo IP (2 slot) y Modulo V5 (2 slot)

Tiene interfaces de red para ATM (E1, E3, IMA, STM-1 óptico, STM-4 óptico), GBE óptico, V5.1 y V5.2 por medio de una Pasarela Centralizada (AXH BB *Aggregator*)

Maneja los protocolos de control MGCP y H.248 (MeGaCo) y los Codificador de voz G.711, G.726 y G.729

2.5 NORTEL

La solución de NORTEL [40] para redes NGN se basa en la Plataforma SUCCESSION, y está estructurada bajo el marco de referencia de una arquitectura abierta (Protocolos e Interfaces Estándar), arquitectura distribuida (funciones distribuidas en bloques/elementos), transporte IP, modularidad y escalabilidad y solución tipo Grado Portadora (Disponibilidad 99.999%).

Plataforma SUCCESSION: Generalidades

La plataforma SUCCESSION de NORTEL [40] propone una arquitectura integrada para voz, datos y tráfico multimedia y sus características principales son:

- Núcleo realizado por medio de equipos comunes.
- Borde adaptable a las exigencias del acceso.

Principales Elementos

Servidor de Comunicación 2000: es el Softswitch de NORTEL y realiza la función de control de las Pasarelas Multi-Servicios, de los IADs (*Integrated Access Devices*) y de los teléfonos IP y función de control de llamada.

- Capacidad
 - ❖ Versión Completa (*Full version*)
 - 250.000 líneas, 165.000 canales

- 2.000.000 BHCA
- ❖ Versión Compacta
 - 1.400.000 BHCA
- Protocolos de control de Pasarela
 - ❖ H.248, H.323, MGCP, NCS
- Protocolos de comunicación
 - ❖ SIP, BICC

Pasarela de Acceso 9000: realiza la función de transporte de los servicios de voz y datos en la red de paquete; conexión de diferentes topologías de interfaz de usuario al backbone ATM o IP.

Pasarela Multi-servicio 4000: es una Pasarela de Troncos cuya función de transición desde la red TDM hasta la red de paquete. Sus características son:

- Soporta ambas soluciones “voz sobre IP” (VoIP) y “voz sobre ATM” (VoATM) con la misma calidad de la red TDM.
- Soporta los estándar ITU-T y ATM Forum AAL2
- Procesamiento de voz: utilización de algoritmos múltiples de compresión de voz, Multiplexación estadística, supresión de silencios, supresión de “*fax idle*”
- Codificación de voz: compresión dinámica del flujo de 64 kbit/s en 32 kbit/s, 24 kbit/s, y 8 kbit/s
- Capacidad: desde 1.000 hasta 44.000 DS-0s por bastidor (plataforma de conmutación de 70 Gbit/s)
- Tarjeta de servicio de procesamiento de voz (y software): para añadir funcionalidad, servicios y capacidad adicionales.
- Otros servicios: ATM, Frame Relay, IP, emulación de circuito.

Dispositivos de Acceso Integrado (IAD): Está basado sobre el estándar H.248 y provee servicios telefónicos para clientes residenciales y de negocios.

Punto de señalización Universal (USP, *Universal Signalling Point*): Interfuncionamiento con los sistemas SS7 estándar y sistemas SS7 basados sobre IP.

Servidor Universal de Audio (UAS, *Universal Audio Server*): Unidad de audio centralizada con función de generador de anuncios, grabación audio dinámica, servicios de conferencia e interceptaciones.

2.6 ITALTEL

ITALTEL es el principal proveedor italiano de tecnología y servicios de redes para el sector de telecomunicación. Desde 1999 la compañía decidió dedicarse también a las Redes de Próxima Generación (NGN), un negocio muy rentable con oportunidades de desarrollo elevadas [41].

Las soluciones ITALTEL para la implementación de las Redes de Próxima Generación: es decir, la integración de servicios de voz, datos y video sobre una misma infraestructura de red basada sobre tecnología IP, se basan en las Soluciones Multi-Servicio Italtel (*Italtel Multi-Service Solutions, iMSS*).

La plataforma IMSS [42] desarrollada por Italtel para responder a las exigencias de los operadores de la red fija y móvil y de los proveedores de servicios para Internet. Permite a los operadores gestionar tanto usuarios tradicionales como los nuevos IPs, proveer servicios multimedia avanzados y garantizar el interfuncionamiento con los servicios tradicionales.

El sistema IMSS utiliza, mejora y refuerza las estructuras de red ya existentes y al mismo tiempo, constituye una sólida base para la generación y desarrollo de soluciones integrada voz-datos-video, y aplicaciones telefónicas basadas en web (*web-based*), permitiendo una amplia oferta de servicios innovadores y personalizados de elevada calidad.

Plataforma iMSS

iMSS es una plataforma de control única apta a gestionar accesos TDM a banda estrecha e IP a banda ancha. La plataforma de control se realiza añadiendo a la plataforma telefónica existente HW y SW con funcionalidad de MGW de control, Proxy SIP, SCP integrado. Es capaz de manejar los protocolos de comunicación entre dos Pasarelas de Control: ISUP-IVS (propietario), SIP-T y entre la pasarela de control y las otras pasarelas: MGCP.

Elementos que la componen

Elemento de control de llamada/sesiones (Softswitch): puede gestionar diferentes topologías de los nuevos clientes (IP) o tradicionales (TDM), directas o indirectas. Inter-operando con el nivel de servicio por medio de protocolos estándar (IP y/o TDM).

Elemento de control de servicio (Service Cluster): realizado por medio de varios servidores de aplicaciones integrados en las soluciones para brindar servicios a valor añadido.

Pasarela de Medios Integrada (MGI)

La Pasarela de Medios Integrada (MGI) tiene las siguientes características técnicas:

- Protocolos de Control (MGCP 1.0; H.248)
- Códecs (G.711, G.729ab, G.723.1 (bit rate 5.3,6.3), G.726 (bit rate 16/2432/40)
- Calidad en la banda de voz: Supresión de silencio; Cancelación de eco (G.165, G.168); Cancelación de paquetes perdidos; períodos de paquetización 10, 20, 30, 40 ms; Jitter buffer por encima de 100 ms.

2.7 NEC

ProgressiveUnity [43] [44] es el concepto de red de próxima generación de NEC. Significa una solución en continua evolución, mejorando y extendiéndose en respuesta a la variedad de necesidades y servicios de clientes en armonía con las redes actuales.

La visión de NEC de ProgressiveUnity es un concepto dirigido a: suplir las necesidades de ancho de banda por medios ópticos y al desarrollo de redes de próxima generación confiables y con gran flexibilidad.

Arquitectura de ProgressiveUnity

La arquitectura de ProgressiveUnity se divide en cuatro capas: La capa de transporte y la capa de control juegan papeles importantes en la adaptación de la banda ancha y la infraestructura de Internet. Las capas de Soporte Intermedio de red y la capa aplicación, contienen las funciones

necesarias para proporcionar un ambiente avanzado para el diseño de aplicaciones que mejoren la calidad de vida de los usuarios y además generen alta rentabilidad a los proveedores de servicios.

En la red de próxima generación propuesta por NEC, donde se puede destacar:

- Pasarelas de Acceso, los cuales permitirán agregar tráfico a la red troncal, proveniente de redes de datos corporativas, usuarios de telefonía móvil, usuarios de PSTN/ISDN, redes xDSL y redes de CATV.
- Pasarelas de troncal para manejar el tráfico entre diferentes tipos de redes y las cuales poseen sistemas de señalización independientes.
- Red óptica basada en tecnologías como SDH o WDM de alta capacidad de ancho de banda y velocidad de conmutación.
- Servidores de aplicaciones y servicios enfocados tanto, a aplicaciones de red, como a aplicaciones de contenido multimedia.

Red de Acceso

En respuesta a las nuevas condiciones del mercado, en donde prevalece la demanda de anchos de banda flexibles y de suficiente capacidad para transportar los contenidos multimedia, la solución de acceso de banda ancha de NEC ofrece un rango de tecnologías de acceso que incluyen el acceso de alta velocidad por xDSL, conexiones Ethernet, FTTC/B y cable módems. Ofreciendo la posibilidad de que los proveedores de servicio dispongan de una gama amplia de opciones para el desarrollo y evolución de sus redes de acceso.

En las soluciones de acceso de banda ancha de NEC, el tráfico proveniente de la red de acceso termina en un nodo de la red metropolitana, y es allí donde la agregación y la conmutación se llevan a cabo.

Estrategia de migración de NEC.

ProgressiveUnity tienen tres objetivos principales [45]. El primero es contribuir a la evolución de la infraestructura de red adicionando servicios de banda ancha, móviles y basados en IP. En la estrategia de migración de NEC se considera prioritario que los operadores ya establecidos, desarrollen sus redes de acceso y su red troncal, basadas en paquetes, con la finalidad de

garantizar la prestación de servicios tradicionales, como voz y acceso a Internet, pero sobre una infraestructura banda ancha que le permita posteriormente ofrecer novedosos servicios multimedia. El segundo objetivo es proveer soluciones de red para la creación de servicios de valor agregado y el tercero es crear nuevos modelos de negocio para los servicios de red.

De la solución de NEC se destaca la completa red de acceso que se maneja, ya que se ofrece acceso sobre cobre, fibra, híbrido cable-fibra e inalámbrico, basados todos en paquetes. Esto hace de la solución de NEC una de las más completas del mercado.

2.8 SIEMENS

Como se ha visto, los operadores y proveedores de servicio han desarrollado equipos de VoIP para permitir diversas aplicaciones, y la mayoría se han visto obligados a realizar conexiones de la red de VoIP manteniendo la red legada PSTN.

La solución de SIEMENS para redes NGN es conocida como plataforma SURPASS [46] [47]. El softswitch SPEC (*Smart Packet Exchange Controller*) está basado en los estándares utilizados internacionalmente y orientado a la arquitectura definida por TISPAN (*Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking*) para la convergencia de servicios en redes fijas y Móviles.

Este Softswitch propuesto por SIEMENS proporciona el control de las llamadas y la entrega, características de VoIP, así como interfuncionamiento entre las tradicionales redes SS7 y las nuevas redes de paquetes. Provee capacidades para la gestión de las pasarelas troncales VoIP o VoATM y plataformas de acceso. Además incluyen funcionalidad de pasarela de señalización multi-protocolo.

El control de las plataformas de Acceso Multiservicio (*Access Gateways*) se realiza mediante H.248 (o *Megaco*) que es el protocolo adoptado por los operadores a nivel mundial para esta funcionalidad.

La interconexión con plataformas de Servicios, y el manejo de abonados de voz sobre Banda Ancha (VoBB) se realiza mediante SIP, que es el protocolo definido por TISPAN a estos fines.

La interconexión con Operadores IP puede ser realizada mediante el protocolo SIP de acuerdo a la tendencia mundial, estando soportado también el protocolo H.323.

Los códecs de audio de las pasarelas Mediant 1000 y Mediant 2000 proveen interfaces para la conectividad con SS7, ISDN PRI y la R2 legada, soportando varios protocolos que incluyen Megaco/H.248, SIP, IUA y H.323.

Equipamiento que provee SURPASS para la solución NGN:

SURPASS hiE 9200: componente del núcleo de la solución de migración de SURPASS para NGN. Está dotado de la capacidad de operar tanto en dominios de redes TDM como en redes basadas en IP.

SURPASS hiQ 8000: pasarela de Control (MGC); provee el control de equipos de acceso, pasarelas de medios y servidores de recursos.

familia SURPASS HiQ: contiene varias plataformas de servidores especializados, como son: Plataforma de Control de Acceso, Servidor Proxy y de Redireccionado y Servidor de Directorio.

SURPASS hiS: Pasarela de Señalización. Puede manejar SS7 sobre TDM, SS7 sobre ATM y SS7 sobre IP.

SURPASS hiR: Servidor de recursos. Provee anuncios y diálogos interactivos para el usuario de la red IP.

SURPASS hiG: Pasarela de acceso y de troncales que median entre las redes de voz con conmutación de circuitos y la red IP.

SURPASS hiD: Solución para el acceso a Datos.

SURPASS hiX: Sistema de acceso altamente escalable y flexible que puede ser desplegado en sólo voz, sólo los datos o para escenarios multi-servicios.

SURPASS hiT: Plataforma de aprovisionamiento multi-servicio, que comprende SURPASS hiT 7070 y SURPASS hiT 7050.

SURPASS hiA: Pasarela de Acceso.

IADs, CPPS: Dispositivos de Acceso Integrado.

NetManager: Sistema de gestión.

SIEMENS ha encarado la inclusión de un Softswitch Grado Portadora (*Carrier Grade*) dentro de su propuesta de soluciones NGN. Este nuevo producto, en conjunto con las soluciones de acceso, transporte y conmutación IP ya utilizadas con el hiE 9200, conforma el concepto SPE (*Smart Packet Exchange*). SURPASS abre la puerta al mundo de las Redes de Próxima Generación con sus aplicaciones atractivas y migración suave hacia todo-IP.

2.9 Comparación de proveedores.

La mayoría de los proveedores de telecomunicaciones han propuesto soluciones para la gran demanda de nuevos servicios, la integración de la voz, datos y video, y las nuevas exigencias de ancho de banda. Se ha analizado en este capítulo las soluciones propuestas por algunos de los principales proveedores sobre las redes que dan respuesta a esta integración, las Redes de Próxima Generación o NGN.

PROVEEDOR	ALCATEL	HUAWEI	ERICSSON	MARCONI	NORTEL	ITALTEL	SIEMENS	NEC
FUNCIONALIDAD								
Softswitch	☑ ☒	☑ ☒	☑ ☒	☑	☑	☑	☑	☑
- Clase 4	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
- Clase 5	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
Pasarela de Troncos (TG)	☑ ☒	☑ ☒	☑ ☒	☑	☑	☑	☑	☑
Pasarela de Acceso (AG)	☑ ☒	☑ ☒	☑ ☒	☑	☑	☑	☑	☑
-IP	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
- V5,2	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
- ATM (CES)	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
- POTS/ISDN	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒
- ADSL	☒ ☒	☒ ☒	☒ ☒	☒	☒	☒	☒	☒

☑ Equipos Disponibles ☒ Funcionalidades Disponibles ☒ Presencia en Cuba

Tabla 2.1 Proveedores de tecnología NGN. Presencia en el país

En la tabla 2.1 se establece una comparación entre los proveedores de equipos de telecomunicaciones que han tenido un desarrollo importante de las redes de próxima generación y que se valoraron en este capítulo; se presenta la disponibilidad de equipamiento NGN y el desarrollo de las funcionalidades, así como los que tienen presencia en el país.

2.9.1 Criterios generales de selección

Los factores más significativos a tener en cuenta al seleccionar la tecnología que se debe utilizar para sustituir las centrales Tandem Nacionales son los siguientes [48]:

- Opciones tecnológicas:
 - ❖ Tecnología tradicional (TDM)
 - ❖ Nueva tecnología (Paquete)
- Distribución de las tecnologías y desarrollo alcanzado por los proveedores.
- Perspectivas de desarrollo del país, y específicamente de ETECSA como empresa de Telecomunicaciones.
- Grado de satisfacción de los servicios; capacidad de la tecnología actual de satisfacer la gran demanda de nuevos servicios.
- Análisis Técnico-Económico.
- Elementos conductores para la elección tecnológica:
 - ❖ Exigencias de conectividad social
 - ❖ Reducción de los gastos operativos

2.10 Conclusiones del capítulo

Del análisis realizado en este capítulo se puede apreciar que en el mercado actual de las telecomunicaciones existen numerosas empresas de reconocida trayectoria, que ofrecen estrategias para la migración y el desarrollo de redes multiservicios, proponiendo soluciones para los operadores que están migrando desde una red de voz, de circuitos conmutados a una arquitectura de nueva generación basada en paquetes.

La mayoría de las soluciones descritas no conducen inmediatamente a una arquitectura de red de próxima generación pura, sino que proponen una evolución escalonada donde se mezclan

elementos de las redes NGN, con las existentes redes tradicionales, lo que tiene la ventaja de que se mantienen elementos de la red legada RTPC.

Para Cuba la evolución hacia las NGN es una acertada opción para la culminación del proceso de digitalización de los equipos de conmutación. De hecho ya se han dado los primeros pasos para instalar redes basadas en este principio, implementado algunas de las soluciones tecnológicas de ALCATEL Y HUAWEI, las cuales han demostrado que son sólidas y responden a las exigencias de los operadores de telecomunicaciones.

CAPÍTULO 3. Propuesta de sustitución de las Tandem Nacionales

Como se ha podido apreciar, del análisis de los capítulos anteriores, la tendencia de las telecomunicaciones en el mundo es introducir en sus redes las nuevas tecnologías que emplean la conmutación de paquetes, conocidas como Redes de Próxima Generación o NGN.

Ante esta realidad, los diferentes operadores de redes, proveedores de servicios y fabricantes, ocupan su tiempo y recursos en desarrollar soluciones para el soporte y despliegue de todo tipo de redes. Cada una de estas entidades traza su propia estrategia para ejecutar una transición ordenada, sin desechar la tecnología anterior y que, al mismo tiempo, le permita explotar cuanto antes las ventajas de NGN. En el caso de Cuba la empresa de telecomunicaciones ETECSA es protagonista de estos procesos [49].

En los años transcurridos desde su creación, ETECSA ha ejecutado un proceso de inversiones que ha permitido sustituir un importante número de centrales analógicas por centrales digitales y ampliar sus capacidades, tanto del número de abonados, como de la capacidad para procesar y conducir tráfico.

El modelo de digitalización adoptado ha consistido en la sustitución, en primer lugar, de las centrales tandem provinciales con su doble función de central de tránsito y central de abonado, para luego ir progresivamente digitalizando las centrales locales principales. La digitalización de las mismas se ha basado en tecnología de conmutación de circuitos (*TDM, Time-Division Multiplexing*).

Las centrales Tandem nacionales, cuatro en total, están implementadas con este tipo de tecnología -TDM-, y soportan las funciones SGT-SGU en un mismo nodo de conmutación. Esta característica, unida al incremento en la cantidad de líneas en servicio, ha provocado un gran aumento en el tráfico que manejan. Se ha llegado incluso a sobrepasar los umbrales en determinados momentos de picos de demanda en la red. A esto se adiciona la necesidad del país de continuar desarrollando los servicios de telecomunicaciones para la población y las empresas, aumentando los servicios de telefonía tradicional y adicionando nuevos servicios.

Otro elemento que se debe tener en cuenta es la declaración de la empresa ALCATEL sobre la obsolescencia, para los próximos años, de los productos de Conmutación. Las Tandem Nacionales están implementadas con tecnología de este fabricante. La solución técnica propuesta por ALCATEL [6] incluye:

- ✓ Planificar y definir las soluciones tecnológicas para extender la red de conmutación hacia asentamientos poblacionales con amplio empleo de VoIP.
- ✓ Planificar la evolución de los sistemas de gestión.
- ✓ Introducir de forma paulatina una arquitectura de Red de Próxima Generación NGN (IMS/TISPAN).
- ✓ Prolongación de vida útil de la base instalada.

Por todos los elementos analizados anteriormente, se hacen necesario encontrar una alternativa a la actual tecnología que soporta los nodos SGT.

En este capítulo se aborda la propuesta de sustituir las actuales Centrales Tandem Nacionales por nuevos nodos de conmutación con tecnología NGN, así como la descripción del procedimiento para realizar el dimensionamiento de sus enlaces. Esto conllevará a un profundo análisis de las bases de datos que contienen las estadísticas de los estudios de tráfico y de la técnica instalada en estas centrales Tandem.

Previamente se considera conveniente realizar un análisis de la situación actual de la red de telecomunicaciones de Cuba y los pasos que ha dado ETECSA en la introducción de las nuevas tecnologías para alcanzar la red objetivo, que no es más que una red moderna, flexible y abierta, que satisfaga las exigencias de capacidad y calidad que la demanda de los nuevos servicios de telecomunicaciones exigen como parte del proceso de desarrollo socioeconómico del país.

3.1 Situación actual de la red de telecomunicaciones en Cuba

3.1.1 Red Nacional

El escenario actual de la red fija de telecomunicaciones de ETECSA [3] [49] está caracterizado por los siguientes elementos:

- Red de Conmutación integrada por centrales de tecnología TDM. En este momento ya todas las capitales provinciales cuentan con una central digital que comanda la red de conmutación provincial. Se han digitalizado la gran mayoría de los municipios, pero se mantienen en servicio centrales analógicas de pequeña capacidad ubicadas en municipios y poblados.
- Existen cuatro nodos de tránsito nacional (Tandem Nacionales) implementados con tecnología TDM.
- La red de transporte nacional está integrada por el backbone de Fibra Óptica Nacional. La seguridad del mismo se completó al terminarse el cierre de los anillos a finales del año 2008 y su capacidad de transporte se multiplicó al introducirse el sistema DWDM, los cuales hacen un uso más eficiente del ancho de banda disponibles en las fibras instaladas. Existe además la Micro Onda Nacional SDH.
- Las redes de transporte provinciales avanzan en su proceso de digitalización llegando a la mayoría de las cabeceras municipales con el uso principalmente de fibra óptica. Una parte de los poblados se mantienen con soportes analógicos.

3.1.2 Red de Telefonía

La red de telefonía en una primera fase se proyectó en los siguientes objetivos:

- **Consolidar la confiabilidad del backbone de Fibra Óptica Nacional (FON)**, principalmente los soportes físicos, por intermedio del cierre soterrado o enterrado de los anillos que integran la FON, requisito obligatorio para poder ejecutar el proceso de migración de la red de conmutación.
- **Habilitar la primera etapa de una red IP/ MPLS Multiservicio.**
- **Extender las soluciones xDSL por intermedio de la red ATM** para satisfacer las demandas de conectividad social y comercial en aquellos sitios que dispongan de redes de acceso de cobre.
- **Crear las condiciones para comenzar la ejecución de acciones enmarcadas en la Segunda Fase** del proceso de migración con la introducción reducida de las soluciones NGN en sitios seleccionados de forma que se pueda estudiar con aplicaciones de tráfico

real el comportamiento de la nueva tecnología y ajustar todos los requisitos necesarios para su despliegue masivo en la red.

En una segunda fase, se proyectó hacia los siguientes objetivos principales:

1. **Comenzar el proceso de migración de la red de conmutación**, ordenando la introducción de los componentes tecnológicos NGN, en correspondencia con el Plan Tecnológico Estratégico de Evolución de la Red de Telecomunicaciones Fija de ETECSA.
2. **Extender la utilización de soluciones integradas** para la conducción de los tráficos de voz y datos a partir del uso de tecnologías IP como parte del proceso de digitalización de los sitios que permanecen analógicos.

3.1.3 Red de Datos

En la red de datos se ha desplegado un proceso de evolución con una fuerte expansión, que comenzó en el año 2004, el cual se ha caracterizado por la introducción de forma limitada de soluciones para dar respuesta al programa de conectividad social del país, entre las que se destacan:

- Instalación de la Plataforma de Acceso Pública (PAP) con equipos *Access Server* y otros nodos con tecnología xDSL (SHDSL y ADSL).
- Potenciación de la Red ATM para soportar el tráfico provocado por el incremento de servicios sociales y comerciales.

Dada estas soluciones se ha planteado una estrategia evolutiva dividida en varias fases, con acciones definidas, con el objetivo de lograr:

- Incrementar la capacidad en el backbone de la FON para soportar el aumento del tráfico entre los POPs (*Point-Of-Presence*, punto de presencia) del backbone IP/MPLS.
- Incremento de la Red de Acceso conectada al backbone *IP/MPLS*.
- Reubicación eventual de nodos ATM (como nodos de acceso).

- Completamiento, en el proceso de Digitalización de la Conmutación de los Municipios con tecnologías que brinden servicios de VoIP y Datos, del backbone IP/MPLS.
- Conexión de los POP Nacionales del backbone IP/MPLS con enlaces Giga Ethernet.

3.2 Topología de la red de conmutación.

Después que se ha analizado la situación actual de la red de telecomunicaciones en Cuba y las estrategias que se traza ETECOSA para lograr la red objetivo, se considera pertinente profundizar en las centrales Tandem nacionales, su ubicación, la tecnología con que están implementadas y la topología actual de la red de conmutación.

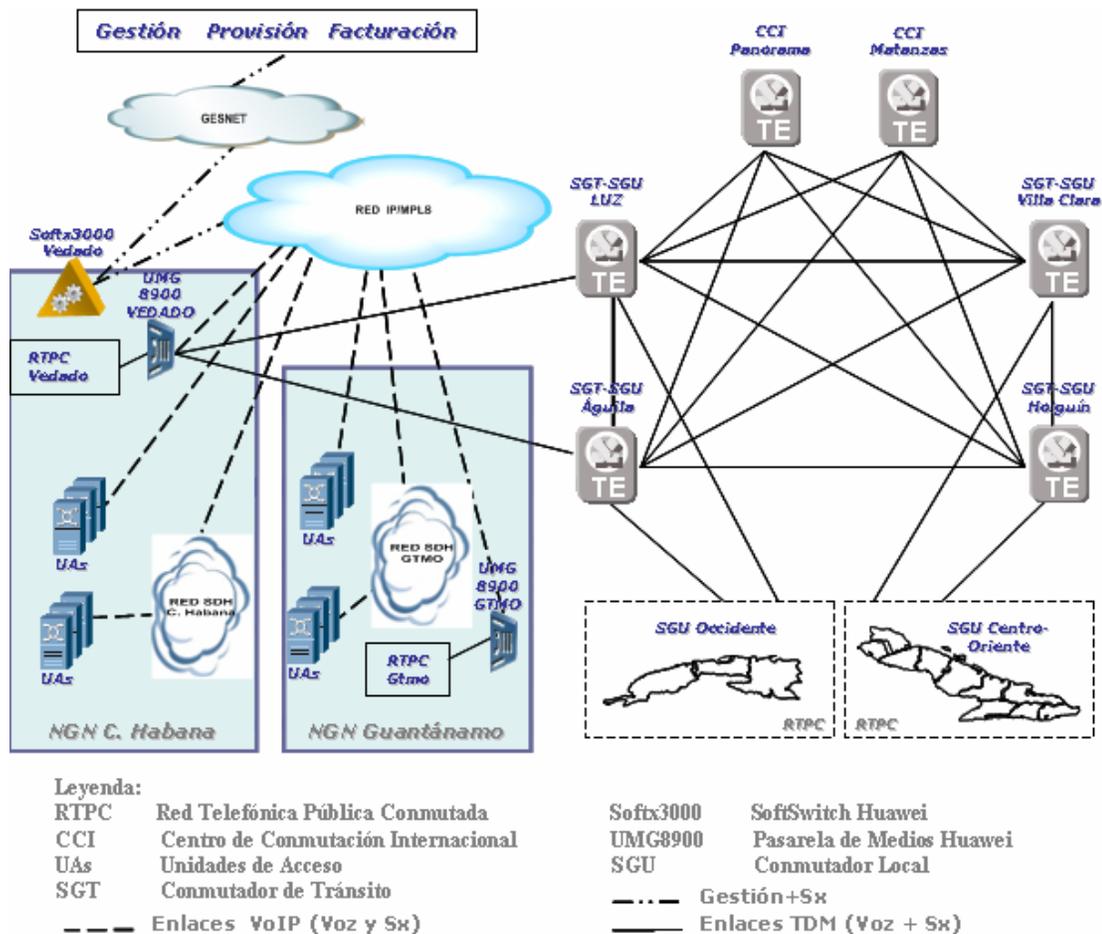


Figura 3.1 Red de Conmutación Nacional actual.

Como se había comentado, las actuales Tandem nacionales están implementadas con tecnología de conmutación de circuitos -TDM- y están localizadas en los centros de telecomunicaciones de Águila, Luz, Villa Clara y Holguín. Todas son de la tecnología ALCATEL -procedencia francesa- y la topología de conexión es de malla completa entre centrales (*Full Mesh*).

Las centrales de usuario (SGU) [50] de la zona occidental encaminan las llamadas al 50% por las centrales Tandem de Águila y Luz, las cuales asumen todo el tráfico de tránsito que se genera en esta zona, mientras que las SGU de la zona centro-oriental encaminan las llamadas al 50% por las Tandem de Villa Clara y Holguín, las cuales asumen todo el tráfico que se genera en esta zona, como se muestra en la figura 3.1. Por otro lado, se pueden apreciar segmentos de red NGN en la Habana y Guantánamo, que incorporan cada vez más nodos de acceso, haciendo más flexible y eficiente la red.

El tránsito entre las dos redes (TDM-VoIP) se realiza a través de la Pasarela de Medios Universal (UMG8900), de tecnología Huawei, instalada en el Centro de Telecomunicaciones del Vedado. El control de toda la red NGN del país se realiza a través del SoftSwitch (*Sftx3000, Huawei*), también instalado en el Vedado. Toda la gestión, provisión y facturación se realiza a través de la red de gestión.

3.3 Separación de la función SGT de la SGU en nodos de conmutación independientes

De la figura 3.1, se puede observar que las Tandem Nacionales realizan las funciones de SGT-SGU en un mismo nodo de conmutación. Ya se había planteado que esto es un inconveniente, por los altos niveles de tráfico que maneja la red de telecomunicaciones conmutaciones en la actualidad y los incrementos que experimentarán por el inevitable crecimiento de nuevos servicios. Separar estas funciones constituye una de las líneas de trabajo de ETECSA para lograr la red objetivo y es además uno de los propósitos de este proyecto de tesis.

Por tanto, se considera conveniente sustituir las actuales centrales Tandem nacionales por nuevos nodos de conmutación, implementados con tecnología NGN, específicamente con Pasarelas de Medios (MGW), con funcionalidad de Pasarela Troncal (TG), que estarán dimensionados para soportar todo el tráfico nacional que se genere en la actual red TDM de ETECSA; así como el tránsito TDM-VoIP, VoIP-TDM que se genere entre las redes NGN y TDM. La figura 3.2

muestra la red de conmutación con los MGW incluidos, trabajando como Tandem nacionales. Se puede observar las Centrales Alcatel (actuales Tandem nacionales), incluidas en sus respectivas regiones y funcionando como Tandem territoriales. Estas centrales quedarán configuradas de igual forma que el resto de las Tandem territoriales que fungen como Centrales de Usuario (SGU). Se puede apreciar también en esta figura que se elimina el UMG8900 del Vedado. Se mantiene el UMG8900 de las Guantánamo como pasarela para las llamadas entre la red TDM y la IP de esta provincia.

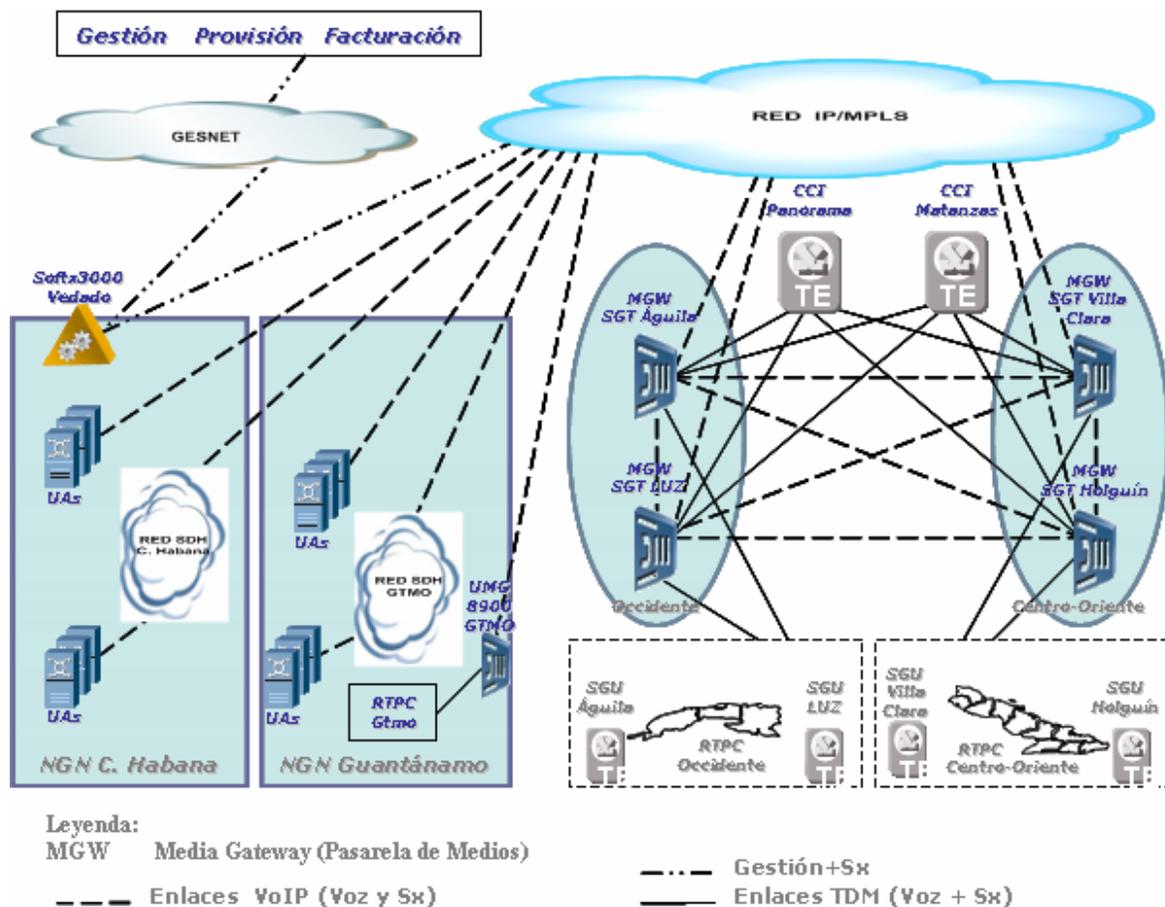


Figura 3.2 Red de conmutación, con los MGW como Tandem Nacionales, incluidos.

Se eliminaría, por tanto, la funcionalidad Clase 4 de las actuales centrales Tandem, que son las centrales Alcatel, HC 3.1 de Águila, HC 3.3 de Luz, HC 3.1 de Villa Clara y HC 3.2 de Holguín, manteniéndose estas como conmutador Clase 5, y soportarán el tráfico generado por todos los

enlaces provinciales en sus territorios y se conectarán a los MGW para evacuar el tráfico hacia la red nacional.

Para completar la seguridad de la red NGN, próximamente se pondrá en servicio un nuevo SoftSwitch en el Centro de Telecomunicaciones de las Tunas, al cual se le están realizando las pruebas de aceptación y puesta en marcha. Este nuevo Softswitch trabajará en Doble-Direccionamiento (Dual-Humming) con el que se encuentra en el Vedado. El funcionamiento en Dual-Humming se puede realizar de dos formas: en activo/reserva o por compartimiento de carga.

En la figura A.7 de los anexos se muestra como quedarían conectados los MGWs a la red IP, a través de los Routers de Borde y de Núcleo existente en cada sitio.

3.4 Dimensionamiento de las interfaces

Una vez que se han expuesto las especificaciones técnicas que deben cumplir los MGWs que se van a introducir en la red o segmento de red NGN, se considera pertinente analizar que factores o elementos han de tenerse en cuenta para el dimensionamiento, de forma que, al ser insertados cumplan con los indicadores de calidad requeridos. Dígase, cantidad de enlaces troncales con la red TDM y ancho de banda VoIP que garanticen un grado de servicio previamente determinado.

Por tanto, el cálculo de los enlaces de los MGW como nuevas Tandem nacionales debe dividirse en dos; el cálculo del ancho de banda que empleará cada MGW para evacuar el tráfico con los elementos NGN ya presentes en la red (tráfico VoIP-VoIP) y el cálculo de los enlaces que empleará cada MGW para evacuar el tráfico con los elementos de la red tradicional (tráfico VoIP-TDM y TDM-VoIP). Para realizar estos cálculos se debe tener en cuenta una serie de consideraciones que se verán a continuación.

3.4.1 Consideraciones del dimensionamiento

Enlaces TDM-VoIP

Para el cálculo de los enlaces entre los MGW con la red TDM se deben utilizar los datos de la técnica instalada en cada una de las actuales centrales Tandem, de donde se pueden obtener la cantidad de enlaces (E1) con las diferentes rutas, así como las líneas instaladas. Para validar si la

cantidad de circuitos con las SGU son adecuados o no, se utilizarán los resúmenes de las bases de datos de tráfico telefónico, facilitados por el Departamento Nacional de Diagnóstico de Tráfico de Voz y Datos de ETECSA, información que obtienen como resultado de procesar los ficheros de salida de los estudios de Horas Cargadas por Haces, del SIGTA (**Sistema Integral de Gestión de Tráfico y Alarmas**). Los resúmenes de estos estudios de tráfico están disponibles en el sitio Web habilitado para consulta del personal de ETECSA y de los mismos se puede obtener entre otros datos, el tráfico cursado, el tráfico ofrecido, los circuitos que contienen los haces, el grado de servicio o por ciento de pérdidas y los circuitos necesarios; reflejando los picos de tráfico de la segunda hora cargada, en resúmenes por meses y el pico máximo de tráfico que, en el estudio realizado (año 2010), coincide con el día de las madres. El valor del grado de servicio o por ciento de pérdidas indica, en cada ruta, si los haces están bien dimensionados o si deben ser redimensionados.

Como se había mencionado, las actuales Tandem nacionales, no serán eliminadas de la red, pasarán a ser centrales de usuario, manteniendo todos los actuales enlaces con los nodos de conmutación del territorio donde están ubicadas y se enlazarán con las nuevas Tandem de su zona (occidente u oriente) para enrutar las llamadas hacia la red nacional, encaminando las llamadas al 50% por cada una. Estos enlaces deben ser calculados a partir de la técnica instalada (líneas instaladas), y utilizando el programa (software) diseñado por el Departamento Nacional de Diagnóstico de Tráfico y que será comentado más adelante. Considerándose además que, según los estudios de los intereses de tráfico y las estadísticas de los reportes de los servidores de facturación, la distribución del tráfico que gestionan las centrales Tandem del país es como se muestra a continuación: el 20% es LDN (Larga Distancia Nacional), el 1% es LDI (Larga Distancia Internacional), el 5% con la red móvil y el resto es tráfico local y provincial.

Enlaces VoIP-VoIP

Un punto fundamental en el diseño de redes para el transporte de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP), es el cálculo del ancho de banda necesario para la prestación adecuada del servicio.

Para el cálculo de los ancho de banda en redes VoIP [51] [52], debe considerarse que estas redes usan RTP (*Real Time Transport protocol*, protocolo de transporte de tiempo real) para el

transporte del tráfico de voz, razón por la cual se usa el mismo principio para definir los anchos de banda que en redes de datos WAN.

En el análisis de tráfico de redes de voz sobre IP intervienen varios elementos entre los que se encuentran: códecs de voz, número de muestras por paquetes, detección de activación de voz (si se utiliza), compresión de cabeceras RTP (si se utiliza) y las características de las redes punto a multipunto.

Varios códecs de voz son utilizados en la telefonía *IP*. Todos tienen diferentes razones binarias y complejidades. Algunos códecs de voz estándares son G.711, G.729, G.726, G.723.1 y G.728. Los enrutadores soportan normalmente varios de esos códecs, los cuales son seleccionables. El códec G.729 es el más popular porque ofrece la mejor relación de calidad de la voz/compresión.

El cálculo del ancho de banda que requiere una conversación telefónica para ser transportada sobre redes de paquetes se puede realizar utilizando las siguientes fórmulas:

- **Paquete de Voz = (Enc. L2) + (Enc. IP/UDP/RTP) + Carga Útil**
- **Paquetes/seg = Velocidad Tx CODEC / Carga Útil**
- **AB = Paquete de Voz * Paquetes/seg**

Donde,

Paquete de Voz: tamaño total del paquete de voz incluyendo todos los encabezados.

Enc. L2: cantidad de bytes del encabezado de la capa 2.

Enc. IP/UDP/RTP: cantidad de bytes de los encabezados de los protocolos IP, UDP y RTP.

Carga Útil: es la cantidad de bytes de la voz paquetizada, depende del CODEC y la cantidad de muestras por paquete que se utilice.

Paquetes/seg: cantidad de paquetes que se transmitirán en un segundo.

Velocidad de Tx: parámetro del CODEC.

AB: Ancho de Banda.

Para los cálculos de los anchos de banda se tomaron en consideración los siguientes parámetros:

- CODEC: G.729 para Voz y G.711 para Dial up.
- Eficiencia del CODEC: 99,5%

- Ancho de Banda de Reserva Estimado: 40%
- Ancho de Banda de Señalización: 1%
- Muestras por paquetes: 2
- No se considera el uso de Activación de Detección de Voz.
- No se considera el uso de compresión de los encabezados del Protocolo de Tiempo Real.
- Se utiliza Ethernet como interfaz capa 2 y se incluye en el cálculo del ancho de banda por llamadas.

Ancho de Banda por llamadas obtenido con estas consideraciones para los codecs G.729 y G.711 y que se utilizan para realizar los cálculos de los anchos de banda en la red VoIP:

- 39,2 Kbps para G.729
- 95.2 Kbps para G.711

Además se consideran los siguientes parámetros de tráfico en Erlang: 0,12 para abonados normales; 0,8 para estaciones públicas y troncos de pizarras; 0,2 para RDSI básico y 0,8 para RDSI primario. Todos son valores prácticos para la red de telecomunicaciones del país según estudios de tráfico.

Las llamadas entre dos Centrales TDM de la misma zona o región, conmutan en el MGW y no pasan por el backbone Ip, a menos que el enlace con la Central de destino de la llamada esté saturado y tenga que desbordar por el otro MGW de la misma zona. Por lo tanto el cálculo del ancho de banda entre dos MGW de la misma región (Holgúin-Villa Clara en la región oriental y Águila-Luz en la región occidental) se realiza para evacuar solo las llamadas de desborde. Estos enlaces se calculan para que puedan asumir entre un 10 a un 20 % del tráfico que manejan. En este caso de este proyecto fueron dimensionados para asumir un 20 % del tráfico que manejan para garantizar la peor condición.

3.4.2 Software de apoyo para realizar los cálculos

Como programa (*software*) de apoyo para realizar los cálculos de los enlaces que se deben dimensionar, se utilizó el “*Complemento de Microsoft Excel para calcular y procesar estudios de*

tráfico” [52], creado por el Departamento Nacional de Diagnóstico de Tráfico de Voz y Datos de ETECSA, que como su nombre indica, está basado en una macro sobre Microsoft Excel.

Esta macro de Excel permite la realización de estos cálculos de tráfico según las fórmulas de Erlang para redes telefónicas de conmutación de circuitos, para calcular el ancho de banda necesario para transportar Voz sobre IP en redes de conmutación de paquetes y estandarizar el método para la realización de los estudios de tráfico en Hojas de cálculo de Microsoft Excel utilizando como guía las Recomendaciones de la Serie E de la UIT-T y así disminuir el tiempo de realización de los mismos, minimizar los errores y unificar la metodología y el formato para la elaboración de dichos estudios.

La macro está compuesta de tres módulos:

Módulo1 (Fórmulas de tráfico y Call Centers): Conjunto de funciones obtenidas de forma gratuita a finales del año 2003 en Internet (<http://www.erlang.com>) orientadas a realizar cálculos de tráfico utilizando el modelo de Erlang B y Engset B para sistemas de pérdidas (haces troncales entre centrales), Erlang C para sistemas de demoras (Call Centers, Servicios de Operadoras) y Erlang B Extendido que contempla el factor de repetición W.

Módulo2 (Fórmulas de Tráfico adicionales y Ancho de Banda VoIP): Conjunto de funciones orientadas a realizar cálculos de tráfico según el modelo de Erlang B que no se encontraban en el paquete original del Módulo 1 y para calcular Ancho de Banda para servicios de Voz sobre Protocolo de Internet (VoIP).

Módulo3 (Procesador de Estudios de Tráfico): Este modulo está orientado a procesar estudios u observaciones de tráfico de diferentes tecnologías.

La confiabilidad de los resultados obtenidos por estas macros está comprobada, por comparación con las tablas contenidas en el “*Extracto de la Tabla de la fórmula de Pérdida Erlang*”, editado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

3.5 Sustitución de las Centrales Tandem

Como ya se planteó, se utilizarán para dimensionar los enlaces los datos del pico máximo de tráfico de las observaciones de Horas Cargadas del año 2010, que coincide con el día de las madres. Esto garantiza que los nuevos nodos de conmutación, que se introducirán como nuevas Tandem Nacionales, así como la red dorsal (*backbone*) IP/MPLS, puedan manejar los picos de tráfico en la red de telecomunicaciones.

Se comenzará por el estudio de la Central Tandem de Águila.

3.5.1 Estudio para la sustitución de la Tandem de Águila

Para realizar la propuesta de sustitución de la SGT-SGU Águila por un nuevo nodo de conmutación, requiere analizar el dimensionamiento actual de sus enlaces. Es necesario conocer la cantidad de enlaces troncales de esta Tandem Nacional con las centrales SGU del oriente del país (tabla 3.1 de los anexos). En esta tabla se puede apreciar que cada ruta está dividida en tres haces dedicados, que se agrupan según el origen de las llamadas; Nacional: agrupa el tráfico de las llamadas de Larga Distancia Nacional (LDN); Internacional: agrupa el tráfico de las llamadas de Larga Distancia Internacional (LDI); Móvil: agrupa las llamadas gestionadas con la telefonía móvil.

Además se debe conocer igual información sobre los enlaces de esta Tandem con las centrales telefónicas que componen la red Metropolitana (tabla 3.2 de los Anexos). Con la red móvil y las dos Tandem Internacionales (tabla 3.3 de los anexos). El tráfico cursado y ofrecido con las otras SGT-SGU Villa Clara y Holguín (tabla 3.4 de los anexos) y las líneas instaladas que se pueden apreciar en la tabla 3.5 de los anexos.

Los Anchos de Banda entre las Unidades de Acceso (UA) de Ciudad Habana contra el UMG8900 del Vedado, que a su vez se enlaza con las SGT-SGU Águila y Luz, se recogen en la tabla 3.6 de los anexos.

Dimensionamiento de Anchos de Banda y Troncales

El MGW de Águila se conectará con todas las Centrales TDM Metropolitanas que actualmente tributan su tráfico combinado con la central Alcatel de Luz, así como aquellas que hoy enrutan su tráfico nacional según el Diagrama de Enlaces con las cuales manejará CSS7 ISUP variante cubana o sea Pinar del Río, Matanzas, Isla de la Juventud y Bauta. El dimensionamiento de estos enlaces se realizó con el resultado del estudio de las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 de los anexos. Se tomaron los valores de la cantidad de circuitos según el grado de servicio o por ciento de pérdidas. Si el grado de servicio está por debajo de 0.01 (1%) se considera que están bien dimensionados tal como están. En caso contrario, es decir, que el grado de servicio esté por encima de 0.01 se considera que estos enlaces están congestionados o próximos a la congestión, por lo que deben ser redimensionados, de forma que garanticen gestionar los picos de tráfico de la red.

El enlace entre el MGW y la central Alcatel (actual Tandem de Águila), al ser un enlace nuevo, se dimensiona teniendo en cuenta la cantidad de líneas instaladas, (ver tabla 3.5 de los anexos) y las consideraciones de tráfico del epígrafe 3.4.1.

- Enlaces del MGW de Águila contra la red TDM

El dimensionamiento de los enlaces troncales de la SGT Águila (MGW) con la red TDM, están contenidos en la tabla 3.7, que se muestra a continuación.

RUTA	Enlaces Dedicados	Circuitos Requeridos	Cantidad de Troncales (E1)
RED NACIONAL			
SGU PINAR DEL RIO	Nacional	960	32
	Internacional	113	4
	Móvil	162	6
SGU ISLA DE LA JUV.	Nacional	402	14
	Internacional	45	2
	Móvil	108	4
SGU PROV. HABANA	Nacional	1351	44
	Internacional	124	5
	Móvil	164	6
SGU MATANZAS	Nacional	809	27
	Internacional	110	4
	Móvil	198	7
RED METROPOLITANA			
BUENA VISTA	Nacional	997	33
	Móvil	126	5
GUANABACOA	Nacional	813	27

	Móvil	93	4
AGUILA (ALCATEL)	Nacional	1184	39
	Internacional	72	3
	Móvil	312	11
MARIANAO	Nacional	1213	40
	Móvil	140	5
MONTE	Nacional	910	30
	Móvil	155	6
PRINCIPE	Nacional	1059	35
	Móvil	93	4
PLAZA	Nacional	770	25
	Móvil	62	3
VEDADO	Nacional	1041	34
	Móvil	100	4
ALAMAR	Nacional	1123	37
	Móvil	63	3
RED MÓVIL (HACES DIRECTOS)			
MSC CUBACEL TDMA		60	2
MSC CAMAGÜEY		806	27
MSC CUBANACAN		1329	45
INTERNACIONAL (HACES DIRECTOS)			
ISC PANORAMA		481	16
ISC MATANZAS		308	11
TOTAL			604

Tabla 3.7. Planificación de troncales entre la SGT Águila (MGW) y la red TDM.

- Enlaces del MGW de Águila contra la red IP

La planificación de los Anchos de Banda entre la SGT Águila (MGW) y las Unidades de Acceso (UA) que componen el segmento de red NGN de La Habana se obtiene con la ayuda de la tabla 3.6 de los anexos y se muestra a continuación en la tabla 3.8. El cálculo se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis de los datos contenidos en la tabla 3.4 de los anexos.
- El 50% de las llamadas de la red IP a la red TDM emplea códec G.711 y el 50% emplea códec G.729.
- Como software de apoyo para realizar la planificación del ancho de banda se utilizó el complemento de Microsoft Excel descrito en este capítulo.
- Consideraciones del epígrafe 3.4.1 para el dimensionamiento de estas interfaces.

RUTA	Ancho de Banda requerido (kbps)
MSAN	
UCI	30
CDNT	73
BERROA	1833
FONTANAR	14301
CUMBRE	34921
BOYEROS	1091
CALABAZAR	1397
CUATRO CAMINOS	1150
CAMPO FLORIDO	1309
LAS GUÁSIMAS	1600
PARCELACIÓN MOD.	1281
REPARTO ELECTRICO	1557
S.M. DEL ROSARIO	1048
LUYANÓ MODERNO	931
ABEL STA. MARÍA	1120
CASABLANCA	582
OTRAS SGT	
MGW VILLA CLARA	140234
MGW HOLGUIN	143455
MGW LUZ	14762
CON LOS SOFTSWITCH	
VEDADO	10000
LAS TUNAS	10000

Tabla 3.8. Planificación de los Anchos de Banda VoIP del MGW Águila Tandem.

Se considera conveniente aclarar que al incluirse en la red los MGW en los centros de telecomunicaciones de Águila y Luz, las Unidades de Acceso que estaban enlazadas con el UMG8900 del Vedado se conectarán a ellos, encaminando las llamadas al 50% por cada uno y sus enlaces se dimensionaron de acuerdo a las siguientes estimaciones obtenidas de las estadísticas de los estudios de tráfico [51]:

- Del total de tráfico que cursan, el 80% es tráfico de salida y el resto es local.
- El 90% de ese tráfico de salida va a la red TDM y el resto a la red IP.
- Del 50% del tráfico que va a red TDM se encamina por la SGT Águila (MGW) y el otro 50% por la SGT Luz (MGW).

3.5.2 Estudio para la sustitución de la Tandem de Luz

De igual forma para realizar el estudio y propuesta de sustitución de la SGT-SGU Luz por un nuevo nodo de conmutación, requiere analizar el dimensionamiento actual de sus enlaces. Se necesita conocer la cantidad de enlaces troncales de esta Tandem Nacional con las centrales *SGU* del oriente del país (tabla 3.9 de los anexos). En esta tabla se puede apreciar que cada ruta está dividida en tres haces dedicados, que se agrupan según el origen de las llamadas como ya se explicó anteriormente en el epígrafe 3.5.1.

Se analizaron además los enlaces de esta Tandem con las centrales telefónicas que componen la red Metropolitana (tabla 3.10 de los anexos). Con la red móvil y las dos Tandem Internacionales (tabla 3.11 de los anexos). El tráfico cursado y ofrecido con las otras SGT-SGU Villa Clara y Holguín (tabla 3.12 de los anexos) y las líneas instaladas que se pueden apreciar en la tabla 3.13 de los anexos.

Dimensionamiento de Anchos de Banda y Troncales

El MGW de Luz se conectará con todas las Centrales TDM Metropolitanas que actualmente tributan su tráfico combinado con la central Alcatel de Águila, así como aquellas que hoy enrutan su tráfico nacional según el Diagrama de Enlaces con las cuales manejará CSS7 ISUP variante cubana o sea Pinar del Río, Matanzas, Isla de la Juventud y Bauta. El dimensionamiento de estos enlaces se realizó con el resultado del estudio de las tablas 3.9, 3.10 y 3.11 de los anexos. Se tomaron los valores de la cantidad de circuitos según el grado de servicio o por ciento de pérdidas, de igual forma que el dimensionamiento del MGW de Águila.

El enlace entre el MGW y la central Alcatel (actual Tandem de Luz), al ser un enlace nuevo, se dimensionó teniendo en cuenta la cantidad de líneas instaladas (tabla 3.13 de los anexos) y las consideraciones de tráfico del epígrafe 3.4.1.

- Enlaces del MGW de Luz contra la red TDM

Los valores del dimensionamiento de los enlaces troncales de la SGT Luz (MGW) con la red TDM, están contenidos en la tabla 3.14.

RUTA	Enlaces Dedicados	Circuitos Requeridos	Cantidad de Troncales (E1)
RED NACIONAL			
SGU PINAR DEL RIO	Nacional	930	31
	Internacional	91	3
	Móvil	165	6
SGU ISLA DE LA JUV.	Nacional	370	13
	Internacional	45	2
	Móvil	108	4
SGU PROV. HABANA	Nacional	1331	45
	Internacional	124	5
	Móvil	169	6
SGU MATANZAS	Nacional	760	26
	Internacional	108	4
	Móvil	202	7
RED METROPOLITANA			
BUENA VISTA	Nacional	1061	36
	Móvil	155	6
LUZ (ALCATEL)	Nacional	1089	36
	Internacional	67	3
	Móvil	288	10
GUANABACOA	Nacional	764	26
	Móvil	102	4
MARIANAO	Nacional	1248	42
	Móvil	145	5
MONTE	Nacional	1344	45
	Móvil	105	4
PRINCIPE	Nacional	853	29
	Móvil	97	4
PLAZA	Nacional	402	14
	Móvil	62	3
VEDADO	Nacional	993	32
	Móvil	105	4
ALAMAR	Nacional	1089	37
	Móvil	69	3
RED MÓVIL (HACES DIRECTOS)			
MSC CUBACEL TDMA		60	2
MSC CAMAGÜEY		804	27
MSC CUBANACAN		1329	45
INTERNACIONAL (HACES DIRECTOS)			
ISC PANORAMA		523	18
ISC MATANZAS		306	11
TOTAL			598

Tabla 3.14. Planificación de los troncales entre la SGT Luz (MGW) y la red TDM.

- Enlaces del MGW de Luz contra la red IP

La planificación de los Anchos de Banda entre la SGT Luz (MGW) y las Unidades de Acceso (UA) que el segmento de red NGN de la Habana se obtiene con la ayuda de la tabla 3.6 de los anexos y se muestra en la tabla 3.15. Al incluirse en la red los MGW de Águila y Luz, estas Unidades de Acceso se conectarán a ellos, encaminando las llamadas al 50% por cada uno y sus

enlaces se dimensionaron de acuerdo a las siguientes estimaciones [51] obtenidas de las estadísticas de los estudios de tráfico:

- Del total de tráfico que cursan, el 80% es tráfico de salida y el resto es local.
- El 90% de ese tráfico de salida va a la red TDM y el resto a la red IP.
- Del 50% del tráfico que va a red TDM se encaminará por el MGW de Águila y el otro 50% por el MGW de Luz.

La planificación de los Anchos de Banda entre el MGW de Luz y el resto de los *MGW* y con los SoftSwitch también está contenida en la tabla 3.15. La reserva del ancho de banda para los enlaces con los SoftSwitch, para la señalización, se sobredimensionó para que puedan asumirse las futuras ampliaciones.

Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos contenidos en la tabla 3.12 de los anexos.
- El 50% de las llamadas de la red IP a la red TDM emplea códec G.711 y el 50% emplea códec G.729.
- Como software de apoyo para realizar la planificación del ancho de banda se utilizó el complemento de Microsoft Excel descrito en este capítulo.
- Consideraciones del epígrafe 3.4.1 para el dimensionamiento de estas interfaces.

RUTA	Ancho de Banda requerido (Kbps)
MSAN	
UCI	30
CDNT	73
BERROA	1833
FONTANAR	14301
CUMBRE	34921
BOYEROS	1091
CALABAZAR	1397
CUATRO CAMINOS	1150
CAMPO FLORIDO	1309
LAS GUÁSIMAS	1600
PARCELACIÓN MOD.	1281
REPARTO ELECTRICO	1557
S.M. DEL ROSARIO	1048
LUYANÓ MODERNO	931
ABEL STA. MARÍA	1120
CASABLANCA	582
OTRAS SGT	

MGW VILLA CLARA	138150
MGW HOLGUIN	147246
MGW AGUILA	14762
CON LOS SOFTSWITCH	
VEDADO	10000
LAS TUNAS	10000

Tabla 3.15. Planificación de los Anchos de Banda VoIP del MGW de Luz.

3.5.3 Estudio para la sustitución de la Tandem de Villa Clara

Los estudios para la sustitución de la SGT-SGU Villa Clara por un nuevo nodo de conmutación, están basados en el análisis del dimensionamiento actual de sus enlaces. Es necesario conocer la cantidad de enlaces troncales de esta Tandem nacional con las centrales SGU del oriente del país (tabla 3.16 de los anexos), con la Red Móvil y el Internacional (tabla 3.17 de los anexos), el tráfico cursado y ofrecido (tabla 3.18 de los anexos) las líneas instaladas (tabla 3.19 de los anexos).

Dimensionamiento de Anchos de Banda y Troncales

El MGW se conectará con todas las centrales TDM que actualmente tributan su tráfico combinado con la SGT-SGU Holguín, según el diagrama de enlaces, con las cuales manejará CSS7 ISUP variante cubana, o sea Cienfuegos, Sancti Espíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Tunas, Granma, Santiago de Cuba y Holguín (como SGU).

- Enlaces del MGW de Villa Clara contra la red TDM

Los valores del dimensionamiento de los enlaces troncales de la SGT Villa Clara (MGW) con la red TDM, están contenidos en la tabla 3.20, resultado del estudio de las tablas 3.16 y 3.17 de los anexos. La cantidad de enlaces troncales se dimensionó para un grado de servicio o por ciento de pérdidas inferior al 1%.

El enlace entre este MGW y la actual SGT-SGU Villa Clara, que pasará a ser SGU, al ser un enlace nuevo, se dimensionó teniendo en cuenta la cantidad de líneas instaladas, (ver tabla 3.19 de los anexos), las consideraciones de tráfico del epígrafe 3.4.1 y con el apoyo del complemento Microsoft Excel ya descrito.

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos Requeridos	Cantidad de Troncales (E1)
RED NACIONAL			
SGU CIENFUEGOS	Nacional	547	19
	Internacional	80	3
	Móvil	144	5
SGU SANCTI SPIRITUS	Nacional	596	20
	Internacional	47	2
	Móvil	138	5
VILLA CLARA (ALCATEL)	Nacional	1177	39
	Internacional	72	3
	Móvil	311	11
SGU CIEGO DE ÁVILA	Nacional	523	18
	Internacional	50	2
	Móvil	146	5
SGU CAMAGÜEY	Nacional	750	25
	Internacional	101	4
	Móvil	204	7
SGU TUNAS	Nacional	413	14
	Internacional	66	3
	Móvil	155	6
SGU GRANMA	Nacional	659	22
	Internacional	45	2
	Móvil	173	6
SGU SANTIAGO DE CUBA	Nacional	874	30
	Internacional	65	3
	Móvil	203	7
SGU GUANTÁNAMO	Nacional	357	12
	Internacional	32	2
	Móvil	138	5
RED MÓVIL (HACES DIRECTOS)			
MSC CUBACEL TDMA		60	2
MSC CAMAGÜEY		1453	49
MSC CUBANACAN		492	17
INTERNACIONAL (HACES DIRECTOS)			
ISC PANORAMA		494	17
ISC MATANZAS		308	11
TOTAL			376

Tabla 3.20. Planificación de troncales entre la SGT Villa Clara (MGW) y la red TDM.

- Enlaces del MGW de Villa Clara contra la red IP

La planificación de los Anchos de Banda entre la SGT Villa Clara (MGW) y el resto de los MGW está contenida en la tabla 3.21, y se calculó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos contenidos en la tabla 3.18 de los anexos.
- El 50% de las llamadas de la red IP a la red TDM emplea códec G.711 y el 50% emplea códec G.729 [51].

- Como software de apoyo para realizar la planificación del ancho de banda se utilizó el complemento de Microsoft Excel descrito en este capítulo.
- Consideraciones del epígrafe 3.4.1 para el dimensionamiento de estas interfaces.

RUTA	Ancho de Banda requerido (Kbps)
OTRAS SGT	
MGW AGUILA	140234
MGW LUZ	138150
MGW HOLGUIN	3903
CON LOS SOFTSWITCH	
VEDADO	10000
LAS TUNAS	10000

Tabla 3.21. Planificación de los Anchos de Banda VoIP del MGW Villa Clara.

3.5.4 Estudio para la sustitución de la Tandem de Holguín

Por último se realizó el estudio y propuesta de sustitución de la SGT-SGU Holguín por un nuevo nodo de conmutación. Estos estudios se basan en el análisis del dimensionamiento actual de sus enlaces. Se necesita conocer la cantidad de enlaces troncales de esta Tandem nacional con las centrales *SGU* del oriente del país (tabla 3.22 de los anexos).

Además se necesita conocer igual información sobre los enlaces directos de esta Tandem con la Red Móvil, con el Internacional (tabla 3.23 de los anexos), el tráfico cursado y ofrecido con el resto de las SGT-SGU del país (tabla 3.24 de los anexos) y las líneas instaladas (tabla 3.25 de los anexos).

Dimensionamiento de Anchos de Banda y Troncales

El MGW de Holguín se conectará con todas las centrales TDM que actualmente enrutan su tráfico nacional, según el Diagrama de Enlaces, por la central Alcatel HC3.2, con las cuales manejará CSS7 ISUP variante cubana o sea Cienfuegos, Villa Clara, Sancti Espíritus, Ciego de Ávila, Camagüey, Tunas, Granma, Santiago de Cuba y Holguín (como SGU).

- Enlaces del MGW de Holguín contra la red TDM

Los valores del dimensionamiento de los enlaces troncales de la SGT Holguín (MGW) con la red TDM, están contenidos en la tabla 3.26, resultado del estudio de las tablas 3.22 y 3.23 de los anexos. La cantidad de enlaces troncales se dimensiona para un grado de servicio o por ciento de pérdidas inferior al 1%.

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos Requeridos	Cantidad de Troncales (E1)
RED NACIONAL			
SGU CIENFUEGOS	Nacional	424	15
	Internacional	91	3
	Móvil	145	5
SGU SANCTI SPIRITUS	Nacional	508	17
	Internacional	71	3
	Móvil	138	5
SGU CIEGO DE ÁVILA	Nacional	505	17
	Internacional	50	2
	Móvil	145	5
SGU CAMAGÜEY	Nacional	915	31
	Internacional	101	4
	Móvil	204	7
SGU TUNAS	Nacional	476	16
	Internacional	10	1
	Móvil	66	3
HOLGÍN (ALCATEL)	Nacional	1022	34
	Internacional	63	3
	Móvil	271	9
SGU GRANMA	Nacional	891	30
	Internacional	51	2
	Móvil	173	6
SGU SANTIAGO DE CUBA	Nacional	1143	39
	Internacional	65	3
	Móvil	202	7
SGU GUANTÁNAMO	Nacional	632	21
	Internacional	31	2
	Móvil	147	5
RED MÓVIL (HACES DIRECTOS)			
MSC CUBACEL TDMA		60	2
MSC CAMAGÜEY		1486	50
MSC CUBANACAN		336	12
INTERNACIONAL (HACES DIRECTOS)			
ISC PANORAMA		385	13
ISC MATANZAS		276	10
TOTAL			382

Tabla 3.26. Planificación de troncales entre la SGT Holguín (MGW) y la red TDM.

El enlace entre este MGW y la actual SGT-SGU Holguín, que pasará a ser SGU, al ser un enlace nuevo, se dimensionó teniendo en cuenta la cantidad de líneas instaladas, (ver tabla 3.25 de los

anexos), las consideraciones de tráfico del epígrafe 3.4.1 y los cálculos se realizaron utilizando el complemento Microsoft Excel ya descrito.

- Enlaces del MGW de Holguín contra la red IP

La planificación de los Anchos de Banda entre la SGT Holguín (MGW) y el resto de los MGW introducidos como nuevas Tandem Nacionales, está contenida en la tabla 3.27, y se calculó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Datos contenidos en la tabla 3.24 de los anexos.
- El 50% de las llamadas de la red IP a la red TDM emplea códec G.711 y el 50% emplea códec G.729 [51].
- Se utiliza para realizar los cálculos de la planificación del ancho de banda el complemento de Microsoft Excel descrito en este capítulo.
- Consideraciones del epígrafe 3.4.1 para el dimensionamiento de estas interfaces.

RUTA	Ancho de Banda requerido (Mbps)
OTRAS SGT	
MGW AGUILA	143455
MGW LUZ	147246
MGW VILLA CLARA	3903
CON LOS SOFTSWITCH	
VEDADO	10000
LAS TUNAS	10000

Tabla 3.27. Planificación de los Anchos de Banda VoIP del MGW Holguín.

3.6 Definición de la Tecnología a emplear

En el capítulo 2 fueron abordados y detallados varios de los más importantes fabricantes de equipos de telecomunicaciones que ofrecen soluciones para evolucionar hacia las Redes de Próxima Generación.

En Cuba se realizaron los Proyectos Pilotos con la colaboración de ALCATEL y HUAWEI, dos de los principales suministradores de tecnologías de telecomunicaciones de ETECSA.

De los resultados de estas pruebas se destacan los siguientes [53]:

ALCATEL

1. Se comprobó el correcto funcionamiento del Softswitch A 1000E10 MGC en función de Media Gateway Controller, con el empleo de una plataforma HC3.3 y Sistema de Aplicación R27.2.
2. Se comprobó el correcto funcionamiento del equipo de abonados CSNMM.
3. Se comprobó el correcto funcionamiento de la familia de Media Gateway A75xy en función de Gateway de Acceso para la conexión de abonados y como Gateway Troncal.
4. Se comprobó el correcto funcionamiento del protocolo de señalización MEGACO H.248.
5. Se realizó la comprobación preliminar de la señalización SIP-I.

HUAWEI

Se comprobó el correcto funcionamiento del Softswitch SoftX3000 en función de Media Gateway Controller, con el empleo de una plataforma OSTA, módulo de administración BAM y Gateway de Gestión iGWB.

1. Se comprobó el correcto funcionamiento del equipo de abonados UA5000.
2. Se comprobó el correcto funcionamiento del equipo UMG8900 como Gateway Troncal.
3. Se comprobó el correcto funcionamiento de los siguientes protocolos de señalización:
 - ✓ MEGACO H.248
 - ✓ SIGTRAN
 - ✓ SIP

Estos resultados demuestran en la práctica que las soluciones diseñadas por ALCATEL y HUAWEI para instalar redes basadas en los principios de las redes NDG son sólidas y corresponden con las exigencias de los operadores de redes de telecomunicaciones.

De hecho, los segmentos NGN que se han comenzado a desarrollar en el país (en la Habana y Guantánamo, ver figura 3.1) emplean las soluciones de HUAWEI.

Independientemente de que el proyecto pudiera materializarse con tecnología *NGN* de varios de los proveedores que se analizaron, HUAWEI ha demostrado que posee una tecnología robusta, con excelentes desempeños tanto de los elementos de control, de la pasarela de troncales, como de los equipos de acceso [48] [50]. Otros elementos importantes a tener en cuenta se detallan a continuación:

1. Garantía de asistencia técnica de alto nivel (Proveedor).
2. Amplia capacitación que ya se ha logrado en los técnicos y especialistas del país sobre esta tecnología, propiciada por varios cursos recibidos, tanto en Cuba como en el extranjero. Cuestión de peso ya que la capacitación conlleva tiempo y recursos económicos.
3. Lograda una plataforma de gestión de todo el equipamiento *NGN* HUAWEI instalado. Esto propicia, de conjunto con el dominio de la tecnología, que disminuyan los tiempos de las pruebas de aceptación y puesta en marcha, la rápida explotación y la garantía de una óptima operación y mantenimiento.
4. Amplia garantía de repuesto (Proveedor)
5. Se ha podido conocer que HUAWEI oferta muy buen factor técnico-económico.

Los elementos precedentes y la amplia presencia en el país, sugieren que sería conveniente para Cuba implementar este proyecto con tecnología HUAWEI. Siendo consecuentes con esto, se realiza un análisis **económico** de la propuesta, teniendo en cuenta los precios aproximados que oferta este proveedor.

- Valor de software aprox.= \$21 500 USD
- Valor de Hardware por bastidores aprox.= \$100 000 USD (En configuración máxima deben ser 3. No se incluye el valor de las tarjetas de flujo troncales).
- Valor de Materiales aprox. = \$3 000 USD
- Valores de las tarjetas de E1 = \$10 000 USD (32 E1 cada una)

En la tabla 3.28 se muestra el cálculo del costo aproximado del diseño que se propone. Se considera para cada sitio la configuración máxima de 3 bastidores, esto brinda la posibilidad de que se puedan asumir las ampliaciones futuras. La cantidad de tarjetas de flujos (E1), se calcula según el dimensionamiento de cada MGW, realizado en este capítulo (considerando las tarjetas

disponibles de 32 E1 y la cantidad de circuitos totales planificados en cada MGW, ver tablas 3.7, 3.14, 3.20 y 3.26).

SITIO	DISPOSITIVO	PRECIO(USD)	CANTIDAD	COSTO(USD)
ÁGUILA	Bastidor	100,000.00	3	300,000.00
	Software	21,500.00	1	21,500.00
	Materiales	3,000.00	1	3,000.00
	Tarjetas (E1)	10,000.00	19	190,000.00
SUBTOTAL				514,500.00
LUZ	Bastidor	100,000.00	3	300,000.00
	Software	21,500.00	1	21,500.00
	Materiales	3,000.00	1	3,000.00
	Tarjetas (E1)	10,000.00	19	190,000.00
SUBTOTAL				514,500.00
VILLA CLARA	Bastidor	100,000.00	3	300,000.00
	Software	21,500.00	1	21,500.00
	Materiales	3,000.00	1	3,000.00
	Tarjetas (E1)	10,000.00	12	120,000.00
SUBTOTAL				444,500.00
HOLGUÍN	Bastidor	100,000.00	3	300,000.00
	Software	21,500.00	1	21,500.00
	Materiales	3,000.00	1	3,000.00
	Tarjetas (E1)	10,000.00	12	120,000.00
SUBTOTAL				444,500.00
TOTAL				1'918,000.00

Tabla 3.28. Costo total de la propuesta.

El tiempo de amortización de la inversión de esta propuesta es difícil de vaticinar, pues por si sola no aporta directamente un incremento en los ingresos, pero propicia que se efectúen acciones futuras que si contribuirán a aumentar los mismos. Es conocido que en el país, no todas las inversiones en el ámbito de las telecomunicaciones se hacen basadas en una recuperación inmediata de las mismas, en muchos casos la empresa de telecomunicaciones de Cuba S.A, (ETECSA), realiza acciones que están llamadas a solucionar necesidades sociales, como son la informatización de la sociedad, lograr la conectividad de los centros educacionales y de la salud, llegar a poblaciones con escasa penetración de la telefonía, etc. [48]. Este proyecto constituye uno

de los pasos iniciales para lograr, según los planes estratégicos del país y de ETECSA, la introducción de las nuevas tecnologías, que serán puestas al servicio de nuestra sociedad.

A continuación se mencionan algunas de los impactos positivos a corto plazo:

1. Descongestiona la carga de tráfico que procesan las actuales Centrales Tandem, (aproximadamente el 26 % [51]).
2. Se liberan flujos troncales. Según el dimensionamiento realizado en este capítulo, se liberan:
 - 19 E1 en Tandem Águila ALCATEL (deducido de tabla 3.7)
 - 19 E1 en Tandem Luz ALCATEL (deducido de tabla 3.14)
 - 11 E1 en Tandem Villa Clara (deducido de tabla 3.20)
 - 11 E1 en Tandem Holguín (deducido de tabla 3.26)
3. Mejor aprovechamiento de la red de transporte; en los enlaces *TDM* por cada canal solo pueden transmitir información de una comunicación entre dos usuarios y no se aprovechan los espacios de silencio, ni se utilizan códigos de compresión, mientras que en los enlaces *VoIP* se envían los paquetes de un extremo a otro por cualquiera de los canales dentro del haz, se pueden utilizar códigos de compresión y se pueden aprovechar los espacios de silencio (se estima que el ahorro del ancho de banda es aproximadamente del 50% cuando se utilizan supresores de silencio [51]).

Del análisis de los dos primeros puntos se infiere la posibilidad de realizar nuevas digitalizaciones y ampliaciones de líneas que permitan comercializar nuevos servicios, debido a que se libera carga en los procesadores y flujos (E1) que pueden ser utilizados en la conexión de nuevos enlaces troncales. Del punto 3 se infiere que la red de transporte nacional podrá realizar acomodos en las distribuciones de tráfico y ampliar el volumen de información a transmitir.

Todos estos elementos evidencian las ventajas que ofrece la aplicación de este proyecto – tecnología NGN- si se **compara** con la solución actual -tecnología TDM-. Además hay otros elementos, que si bien se han ido mencionando en el desarrollo de este trabajo, se pueden agregar a modo de resumen, y que están asociados con la introducción de las nuevas tecnologías NGN y las ventajas [54] que esto implica, dentro de las cuales se pueden mencionar:

- ✓ Capacidad de brindar varios servicios en una sola red, con la inteligencia distribuida.
- ✓ Más fácil de operar y gestionar con respecto a las redes tradicionales existentes.
- ✓ Capacidad de banda ancha con calidad de servicio extremo a extremo.
- ✓ Reducción en los costos de operación (OPEX). Impacto significativo de ahorro en coste de mano de obra debido a la convergencia de operaciones.
- ✓ Se logra la independencia del tipo de acceso y el transporte de los servicios, lo que hace la tecnología transparente.

3.7 Conclusiones del capítulo

Analizada la situación actual de la red de telecomunicaciones de Cuba y los casos específicos de las cuatro grandes Tandem del país, las cuales cumplen la doble función de SGT/SGU, se considera oportuno la introducción en las redes de telecomunicaciones de nuevos nodos de conmutación que realicen solamente la función SGT y mantener las actuales centrales con la funcionalidad SGU de los territorios donde se encuentran ubicadas. Se ha propuesto esta solución para asumir el tráfico de tránsito que manejan las actuales centrales Tandem, además de que se implemente con tecnología NGN, que se avizora como la solución que predominará en las redes de telecomunicaciones. Se ha realizado además el dimensionamiento de los nuevos nodos, utilizando para ello el análisis de amplias bases de datos estadísticos de los estudios de tráfico.

La evolución hacia las NGN puede significar para ETECSA un paso gradual que le permitirá ir sustituyendo la actual tecnología TDM en explotación. Del análisis particular de las Tandem Nacionales y la propuesta de introducción de nuevos nodos de conmutación, por Pasarelas de Medios en función de Pasarela de Troncos, puede verificarse que con adecuaciones no muy costosas es posible introducir la tecnología e ir cumplimentando la red objetivo, que es una de las metas a lograr a corto plazo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha investigado la disyuntiva acerca de la migración de las redes TDM hacia las NGN, específicamente se ha realizado la propuesta de diseño y dimensionamiento de los segmentos de red telefónica a nivel de enlaces y nodos Tandem Nacionales, implementados con equipamiento de tecnología NGN. El diseño ha tomado como base un profundo análisis de datos de tráfico telefónico, facilitado por el Departamento Nacional de Diagnóstico de Tráfico de Voz y Datos de ETECSA. Además se ha atendido a la correspondencia con las estrategias planteadas para lograr la red objetivo de ETECSA.

Las contribuciones de este trabajo son:

- 1- Se ha caracterizado las principales tecnologías que componen las Redes de Próxima Generación (NGN).
- 2- Se ha presentado un estudio de las soluciones propuestas por los principales proveedores de equipos de telecomunicaciones en lo relativo a Redes de Próxima Generación.
- 3- Se presenta el diseño para evolucionar hacia tecnologías de próxima generación a nivel de Tandem Nacional en la red de telecomunicaciones de Cuba. Atendiendo a la característica de doble función, SGT-SGU, que con tecnología TDM realizan los nodos Tandem Nacionales, el diseño propone la separación de estas funciones, quedando las centrales SGT implementadas con tecnología NGN a un nivel jerárquico de Central de Tránsito o Clase 4. Es importante destacar la naturaleza genérica de la solución propuesta, lo que contribuye a la libertad en la elección del proveedor.
- 4- Se ha realizado el análisis económico del proyecto a partir del cálculo aproximado de los costos. Se han descrito además los beneficios que se derivan de su implementación y el impacto social de acciones futuras que se prevén, como son la informatización de la sociedad, lograr la conectividad de centros educacionales y de salud, llegar a poblaciones con escasa penetración de la telefonía, etc. Este proyecto constituye uno de los pasos iniciales para lograr, según los planes estratégicos del país y de ETECSA, la introducción de las nuevas tecnologías, que serán puestas al servicio de nuestra sociedad.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la ejecución de este proyecto teniendo en cuenta el innegable hecho de que las soluciones integradas de las Redes de Próxima Generación ya no son una opción para el futuro, sino una necesidad, dado por la inevitable obsolescencia que se avecina sobre las actuales redes TDM y la tendencia creciente de superar el tráfico de datos al de voz, hecho que exige un mejor aprovechamiento de los anchos de banda y en general de los recursos de transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ITU-T Rec. Y.2001, “*General Overview of NGN*”, 2004, disponible en: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/index.aspx?ser=Y>
- [2] Calderón, C. A. y Baluja, W., “Las Redes de Próxima Generación”, Revista Telemática, Año IV, No. 17, pp.3-7, feb. 2006, disponible en: <http://www.cujae.cu/revistas/telematica>
- [3] Olivera, R., “Propuesta de Implementación de NGN en Granma”, Tesis de maestría, ISPJAE, Ciudad Habana, 2006.
- [4] Seoane, A. E., “Redes de Nueva Generación”, Tesis de maestría, ISPJAE, Ciudad Habana, 2005.
- [5] Benet, O., “Propuesta de migración a Redes de Nueva Generación del Centro Telefónico de Varadero”, Tesis de maestría, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Villa Clara, 2007.
- [6] ALCATEL, “Obsolescencia de los productos Alcatel de Conmutación”, 2010.
- [7] UIT-T, “ITU-T’s Definition of NGN”, 2008.
- [8] ITU-T Rec. Y.2011, “*General Principles and General Reference Model for Next Generation Network*”, 2004.
- [9] UIT-T, “*NGN Focus Group Proceedings – Part I*”, 2005.
- [10] Baluja, W. y Núñez, A., “Apuntes sobre la tecnología de Softswitch”, Revista Telemática, Año V, No. 3, pp. 3-6, sept. 2006, disponible en: <http://www.cujae.cu/revistas/telematica>
- [11] RADCOM, Protocols.com, “*Voice Over IP*”, disponible en: <http://www.protocols.com>
- [12] Yuval Boger, RADCOM, “*Fine-tuning Voice over Packet services*”, 2006.
- [13] IETF, “MEGACO/H.248”, RFC 3025, 2001.
- [14] RADVISION, “MEGACO/H.248”, 2009, disponible en el sitio: <http://www.radvision.com>
- [15] IETF, “SIP: Protocolo de Iniciación de Sesión”, RFC 3261, junio 2002.
- [16] Red Grupo de Trabajo A. Vemuri, “Protocolo de Iniciación de Sesión de Teléfonos (SIP-T): Contexto y Arquitecturas”, RFC 3372, 2002.
- [17] UIT-T, “Sistemas de comunicación multimedios basados en paquetes”, H.323, 2003.
- [18] ITU-T, “*Bearer Independent Call Control protocol*”, Q.1901, Febrero 2000.
- [19] Ong, et al., “Marco de Arquitectura de Transporte de Señalización”, RFC 2719, Octubre 1999.
- [20] ITU-T, “Requisitos de seguridad para las redes de la próxima generación”, Y.2701, abril de 2007.
- [21] ITU-T, “Mecanismos y procedimientos de seguridad para las NGN”, Y.2704, abril 2007.
- [22] ITU-T, “Calidad de procesamiento de llamadas para los servicios vocales en redes de protocolo Internet híbridas”, Y.1530, mayo 2004.
- [23] ITU-T, “Objetivos de calidad de funcionamiento de red para servicios basados en el protocolo Internet”, Y.1541, 2002.

- [24] ITU-T, “Marco para alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento de IP de extremo a extremo”, Y.1542, julio 2006.
- [25] ITU-T, “Resource and admission control functions in next generation networks”, Rec. Y.2011, 2008.
- [26] ITU-T, “Recomendaciones de la UIT”, disponible en: <http://www.itu.int/en/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>
- [27] Pérez, M. y Acosta, C. F., “Estrategias para la migración hacia la NGN para conmutadores locales”, CITTEL, 2006, disponible en el sitio: <http://www.cujae.edu.cu/Eventos/CITTEL/>
- [28] Huawei Technologies, “U-SYS: Solución NGN Huawei”, 2003, <http://www.huawei.com>
- [29] Huawei Technologies, “UMG8900-Pasarela de Medios Universal”, 2008, disponible en: <http://www.huawei.com>
- [30] Huawei Technologies, “*Integrated Access Device System Description*”, 2007, disponible en: <http://www.huawei.com>
- [31] Huawei Technologies, “*Trunk media gateway TMG8010*”, 2008, disponible en el sitio: <http://www.huawei.com>
- [32] ALCATEL, “*Feature Specifications ALCATEL 1000 MM E10 Network Functions. Media Gateway Controller Feature Class 4 & Class 5*”, 2006.
- [33] Alcatel-Lucent, “*7510 Media Gateway (MGW); description, operation & Maintenance*”, Edición 02, 2008.
- [34] ALCATEL, “*7515 MG Production Description; product Overvie, 3FZ 04473 6015 ACZZA*”, Release 2.4M, Edición 01, 2007.
- [35] Alcatel-Lucent, “*7302 Intelligent Services Access Manager (ISAM)*”, Release 3.3 (ETSI), 2008.
- [36] Alcatel, “Proyecto CUB47; soluciones basadas sobre IP para la digitalización”, 2006.
- [37] ERICSSON, “*Telecom management for ENGINE*”, revista Ericsson, No. 3, pp. 132-139, 2001, disponible en el sitio: <http://www.ericsson.com>
- [38] LinuxWorks, “*Softswitch XCD5000 from Marconi. Carrier-class switching*”, 2006, disponible en el sitio: <http://www.linuxworks.com>
- [39] Marconi, “Proyecto CUB47, Soluciones basadas sobre IP para la digitalización”, 2006.
- [40] Nortel, “Proyecto CUB47, Soluciones basadas sobre IP para la digitalización”, 2006.
- [41] Rossella Besana, ITALTEL, “Análisis SISTRAT”, diciembre 2004, disponible en: <http://www.webs.ulpgc.es/sistrat/castellano/casos/ITALTEL.doc>
- [42] Italtel, “Proyecto CUB47, Soluciones basadas sobre IP para la digitalización”, 2006
- [43] *Science Links Japan*, “*Next Generation Network Vision and Network Solutions*”, revista técnica, VOL.52; NO.8; PAGE.3-7, 2007.
- [44] Cesar, J., “Estrategia para la convergencia de redes”, tesis pregrado, 2005, capítulo 6, p.134-141.

- [45] UIT-T, “*Migration from TDM to NGN*”, abril 2004, disponible en el sitio: http://www.itu.int/ITU-D/imt-2000/Meetings/MoscowApril2004/Presentations_pdf
- [46] SIEMENS, “*SURPASS NGN Overlay Solutions*”, 2007, disponible en el sitio: www.siemens.com
- [47] Siemens, “Proyecto CUB47, Soluciones basadas sobre IP para la digitalización”, 2006.
- [48] Oreja, D., Conde, J. y Rivero, A., “Experiencia acumulada por los especialistas del Departamento de Integración de Sistemas de la Dirección de Planeamiento Operativo de la Red”, 2010.
- [49] Seoane, A.E., “Estudios en ETECSA para introducir soluciones tecnológicas vinculadas con las Redes de Nueva Generación (NGN)”, Revista Telemática, Año IV, No. 18, pp. 3-11, mar. 2006, disponible en: <http://www.cujae.cu/revistas/telematica>
- [50] Torres, A., Abreu, G., López, A., “Experiencia acumulada por los especialistas y técnicos en la explotación de la tecnología de conmutación digital en el país”, 2010.
- [51] León, L., “Experiencia acumulada por los especialistas y técnicos de ETECSA en la gestión de tráfico telefónico y dimensionamiento de enlaces, 2010.
- [52] León, L., “Complemento de MS Excel para calcular y procesar estudios de tráfico”, 2008.
- [53] ETECSA, DDAR, “Proyecto Piloto Telefonía IP ALCATEL-ETECSA”, 2004-2005.
- [54] González, O., Consultor Experto UIT, “Migración de las redes clásicas hacia redes NGN”, Seminario regional sobre Costes y Tarifas para los países miembros del Grupo TAL, Río de Janeiro, Brasil, Mayo 2006, disponible en: http://www.itu.int/ITU-D/finance/work-cost-tariffs/events/tariff-seminars/rio_de_janeiro-06/gonzalez-2-sp.pdf.

SIGLARIO

	Ingles	Español
A		
API	Application Program Interface	Interfaz de Programación de Aplicaciones
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Modo de Transferencia Asíncrono
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Línea digital de suscriptor asimétrica
AG	Access Gateway	Pasarela de acceso
AMG	Access Media Gateway	Pasarela de media de acceso
AN	Access Network	Red de acceso
ARP	Address Resolution Protocol	Protocolo de resolución de direccionamiento
ASI	Analogical Subscriber Interface	Interface de Suscriptor Analógico
ATI	Analogical Trunk Interface	Interface de Tronco Analógico
ATU	Analogical Trunk Unit	Unidad de Tronco Analógico
B		
BICC	Bearer Independent Connection Control	Control de Llamada de Portador Independiente
BHCA	Busy hour Call Attempts	Intentos de Llamadas en la Hora Pico
BSS	Base Station System	Sistema de Estación Base
BAM	Module Administration Back	Módulo de Administración de Respaldo
C		
CAS	Channel Associated Signaling	Señalización por Canal Asociado
CCS	Common Channel Signaling	Señalización por Canal Común
CDPC		Central Digital de Pequeña Capacidad
CLASS	Custom Local Area Signaling Services	Servicios de Señalización de Área Local Personalizados
CODEC	Coder Decoder	Codificador Decodificador
CCS7	Common Channel Signaling 7	Señalización 7 por Canal Común
C&C08		Central telefónica de Huawei
D		
DNS	Domain Name System	Sistema de Nombres de Dominio
DHCP	Dynamic host configuration protocol	Protocolo de Configuración Dinámica de Host
DTMF	Dual Tone Multi-Frequency	Tono Dual de Multifrecuencia
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Multiplexor de acceso a la línea de abonado digital

DSP	Digital Signal Processing	Procesamiento Digital de Señales
DDN	Digital Data Networks	Redes Digitales de Datos
DVC	Data Voice Concentra	Concentrador de Voz y Datos
E		
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Instituto Europeo de Normalización de las Telecomunicaciones
ETECSA		Empresa de Telecomunicaciones de Cuba Sociedad Anónima
EC	Eco Cancellation	Cancelación de Eco
F		
FoIP	Fax over IP	Fax sobre IP.
FTP	File Transfer Protocol	Protocolo de Transferencia de Ficheros.
FR	Frame Relay	Relevo de Trama
FE	Fast Ethernet	Ethernet Rápida
FTP	File Transfer Protocol	Protocolo de Transferencia de Ficheros
G		
GK	Gatekeeper.	Guardabarrera
GSM	Global System for Mobile communications	Sistema Global para Comunicaciones Móviles
H		
H.248 MEGACO	Media Gateway Control Protocol	Protocolo de Control de Pasarelas de Medios
HONET		Tipo de equipamiento de la red de acceso de Huawei
HTTP	Hypertext Transport Protocol	Protocolo de Transferencia de Hiper Texto
I		
IAM	Initial Address Message	Mensaje Inicial de Dirección
IAD	Integrated Access Device	Dispositivo de Acceso Integrado
iGBM	iGateway Bill	Módulo de facturación
IVR	Interactive Voice Response	Respuesta Interactiva de Voz
IN	Intelligent Network	Red Inteligente
INAP	Intelligent Network Application Protocol	Protocolo de aplicación de Redes inteligentes
IP	Internet Protocol	Protocolo del Internet
IPBCP	IP Bearer Control Signaling	Señalización de control de portador IP
ISDN	Integrated Services Digital Network	Red Digital de Servicios Integrados
ISUP	Integrated Services Digital Network User Part	Parte de Usuario de RDSI
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de

	Standardization Sector	Normalización de las Telecomunicaciones
L		
LAN	Local Area Network	Red de Área Local
LE	Local Exchange	Central local
M		
MODEM	MOdulator DEModulator	Modulador Demodulador
MAN	Metropolitan Area Network	Redes de Área Metropolitana
M2UA	Message Transfer Part 2 – User Adaptation Layer	Adaptación de Usuario MTP2
M3UA	Message Transfer Part 3 – User Adaptation Layer	Adaptación de Usuario MTP3
MCU	Multipoint Control Unit	Unidades de Control Multipunto.
MGCP	Media Gateway Control Protocol	Protocolo de Control de Pasarela de Medios
MEGACO	MEDIA GAteway Controller	Controlador de Pasarelas de Medios
MGC	Media Gateway Controller	Controlador de Pasarelas de Medios
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Conmutación por Etiquetas Multiprotocolo
N		
NGN	Next Generation Networks	Redes de Próxima Generación
O		
OSS	Operation Support System	Sistema de Soporte Operaciones
OLT	Optical Line Terminal	Terminal de línea óptico
ONU	Optical Network Unit	Unidad de red óptico
OSTA	Open Standards Telecom Architecture	Estándares Abiertos de Arquitectura de Telecomunicaciones
P		
PBX	Private Branch eXchange	Pizarras Privadas
POTS	Plain Old Telephone Service	Servicio Telefónico
PSDN	Public Switched Data Network	Red de datos Pública Conmutada (RDPC)
PSTN	Public Switched Telephony Network	Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC)
PLMN	Public Land Mobile Network	Red Pública de Telefonía Móvil
POP	Point of Presence	Punto de Presencia
POS	Packet over SONET	Paquetes sobre SONET
R		
RAN	Radio Access Network	Redes de acceso por radio
RAS	Remote Access Service	Servicio de Acceso Remoto

RDSI	Integrated Services Digital Networks	Redes Digitales de Servicios Integrados
RDSI-BA	Integrated Services Digital Networks-Broadband	Red Digital de Servicios Integrados – Banda Ancha
RDSI-BE	Integrated Services Digital Networks-Narrowband	Red Digital de Servicios Integrados – Banda Estrecha
RADIUS	Remote Authentication Dial In User Service	Servidor de autenticación remoto
RTP	Real-time Transport Protocol	Protocolo de Transporte en Tiempo Real.
RTCP	RTP Control Protocol	Protocolo de Control de Transporte en Tiempo Real.
RTSP	Real Time Streaming Protocol	Protocolo de Transmisión de Flujo Continuo en Tiempo Real
RSP		Módulo puro de abonados sin conmutación
RSM	Remote Switching Modulo	Módulo de Conmutación Remota
S		
SGT	Transit Switching	Conmutador de Tránsito
SGU	Local Switching	Conmutador Local
STM	Synchronous Transport Modules	Módulo de Transporte Síncrono
SG	Signaling Gateway	Pasarela de Señalización
SCCP	Signaling Connection Control Part.	Parte de Control de la Conexión de Señalización
SCP	Service Control Point	Punto de Control de Servicios
SCTP	Signaling Control Transport Protocol.	Protocolo de Transporte de Control de Señalización
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Jerarquía digital sincrónica
SIGTRAN	Signaling Transport : a working group in IETF	Transporte de señalización
SIP	Session Initiation Protocol	Protocolo de Inicialización de Sesiones
SIP-T	SIP-Telephony	Telefonía SIP
SLA	Service Level Agreement	Acuerdo de Nivel de Servicios
SNMP	Simple Network Management Protocol	Protocolo Simple de Gestión de Red
SSP	Service Switching Point	Punto de Conmutación de Servicio
SS7	Signaling System No7	Sistema de Señalización No7
STP	Signaling Transfer Point	Punto de Transferencia de Señalización
T		
TMG	Trunk Media Gateway	Pasarela de Medios Troncal
TFTP	Trivial File Transfer Protocol	Protocolo de Transferencia de ficheros Trivial
TG	Trunk Gateway	Pasarela Troncal

ToS	Type of Service	Tipo de Servicio
TCP	Transmission Control Protocol	Protocolo de Control de la Transmisión
TDM	Time Division Multiplexing	Multiplexación por División en el Tiempo
U		
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles
UIT	International Telecommunications Union	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UMG	Universal Media Gateway	Pasarela de Medios Universal
UDP	User Datagram Protocol	Protocolo del Datagrama de Usuario
V		
VIG	Video Interconnection Gateway	Pasarela de Interconexión de Video
VAD	Voice Activity Detection	Detección de Actividad de Voz
VLAN	Virtual Local Area Network	Redes Virtuales de Área Local
VPN	Virtual Private Network	Red Privada Virtual
VDSL	Very High Speed DSL	Línea digital de suscriptor de muy alta velocidad
VoATM	Voice Over ATM	Voz sobre ATM
VoIP	Voice Over IP	Voz sobre IP
VoP	Voice Over Packet	Voz sobre Paquete
X		
xDSL	x-type Digital Subscriber Line	Línea de Abonado Digital tipo - x
W		
WLAN	Wireless Local Area Network	Redes de Area Local Inalámbricas

ANEXOS



Figura A.1 SoftX3000 (Huawei).



Figura A.2 UMG 8900 (Huawei).



Figura A.3 Serie AMG5000 (Huawei).



Figura A.4 5060 MGC-10 (Softswitch Alcatel)



Figura A.5 7515 Media Gateway (Alcatel)



Figura A.6 Equipo de Acceso ISAM 7302 (Alcatel)

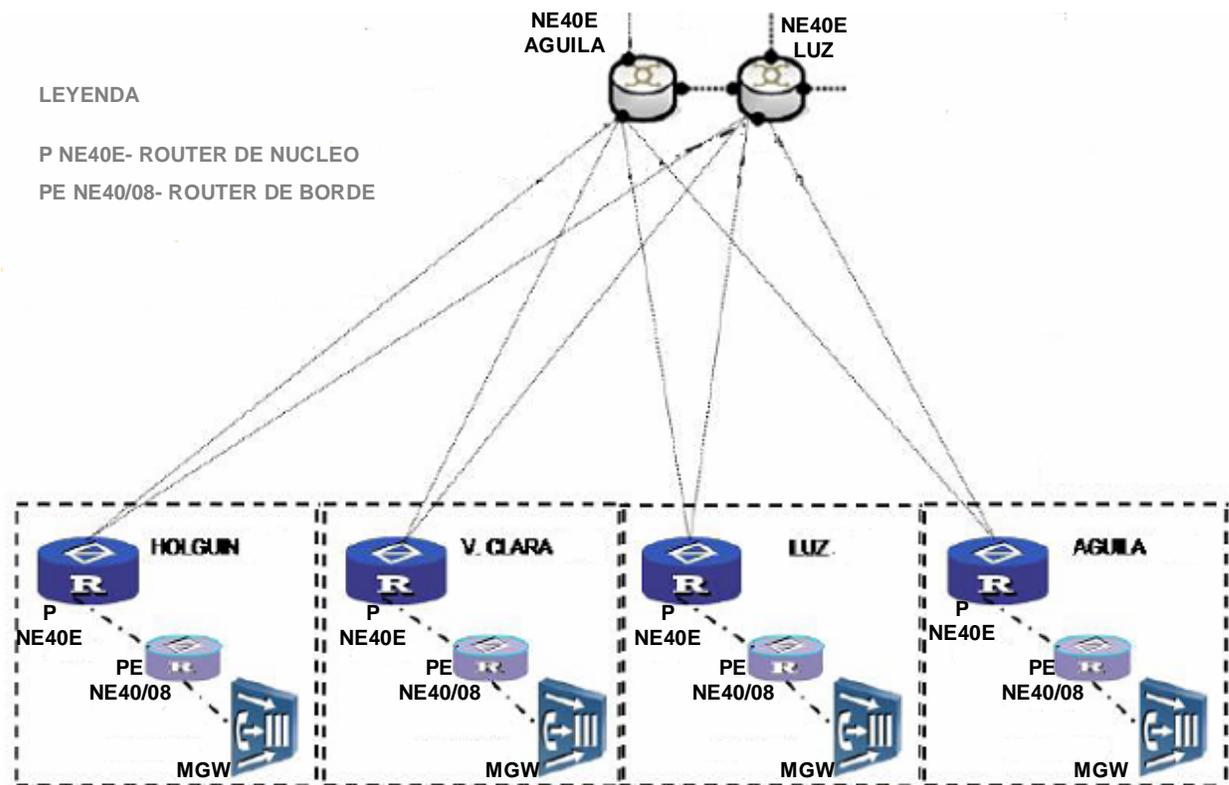


Figura A.7 Conexión de los MGWs (en función de Gateways de Toncales) a la red IP existente.

INFORMACIÓN GLOBAL DE INFRAESTRUCTURA	SERIE
General	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y soporte intermedio	Y.200–Y.299
Aspectos de redes	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operación, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Funcionamiento	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO DE INTERNET	
General	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de los recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de Servicio y calidad de funcionamiento de la red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operación, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tarificación	Y.1800–Y.1899
REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos funcionales de la arquitectura	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos de Servicio: capacidad de servicio y la arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos de Servicio: interoperabilidad de los servicios y redes NGN	Y.2250–Y.2299
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.2300–Y.2399
De gestión de red	Y.2400–Y.2499
Arquitecturas de red de control y protocolos	Y.2500–Y.2599
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad Generalizada	Y.2800–Y.2899

Tabla 2.1. Recomendaciones de la Serie Y de la UIT-T

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
SGU PINAR DEL RIO	Nacional	960	0,01%	890
	Internacional	113	0,00%	83
	Móvil	155	2,24%	162
SGU ISLA DE LA JUV.	Nacional	402	0,00%	281
	Internacional	45	0,00%	21
	Móvil	108	0,00%	56
SGU PROV. HABANA	Nacional	1351	0,01%	1269
	Internacional	124	0,00%	78
	Móvil	155	2,65%	164
SGU MATANZAS	Nacional	772	3,49%	809
	Internacional	110	0,00%	86
	Móvil	184	3,61%	198

Tabla 3.1. Enlaces de las SGU Occidente con la SGT-SGU Águila.

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
BUENA VISTA	Nacional	942	4,38%	997
	Móvil	124	1,34%	126
GUANABACOA	Nacional	799	1,74%	813
	Móvil	93	0,81%	92
MARIANAO	Nacional	1140	4,98%	1213
	Móvil	124	5,66%	140
MONTE	Nacional	832	6,91%	910
	Móvil	155	0,00%	110
NGN VEDADO	Nacional	742	2,33%	764
PRINCIPE	Nacional	1045	1,60%	1059
	Móvil	93	0,15%	86
PLAZA	Nacional	770	0,00%	352
	Móvil	62	0,00%	46
VEDADO	Nacional	981	4,67%	1041
	Móvil	92	3,16%	100
ALAMAR	Nacional	1105	1,82%	1123
	Móvil	62	1,06%	63

Tabla 3.2. Enlaces de la *SGT-SGU* Águila con las centrales de Ciudad Habana (Red Metropolitana).

RUTA	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
MOVIL			
MSC CUBACEL TDMA	60	0,00%	11
MSC CAMAGÜEY	804	0,38%	787
MSC CUBANACAN	1329	0,00%	1010
INTERNACIONAL			
ISC PANORAMA	481	0,00%	260
ISC MATANZAS	308	0,00%	180

Tabla 3.3. Enlaces de la *SGT-SGU* Águila con la red móvil e internacional.

RUTA	Tráfico Cursado (Erlang)	Grado de Servicio	Tráfico Ofrecido (Erlang)
SGT/SGU VILLA CLARA	1376,40	4,21%	1422,40
SGT/SGU LUZ	1325,02	12,13%	1501,20
SGT/SGU HOLGUIN	1406,98	4,23%	1456,26

Tabla 3.4. Tráfico de la *SGT-SGU* Águila con el resto de las *SGT* del país.

AGUILA	LINEAS INSTALADAS
L. INSTALADAS (SIN E. PÚBLICAS)	42266
TRONCOS PBX	3160
ESTACIONES PÚBLICAS	4865
RDSI ACCESO BÁSICO	40
RDSI ACCESO PRIMARIO	7

Tabla 3.5. Líneas instaladas en la SGT-SGU Águila (actualización: enero 2011).

RUTA	Ancho de Banda estimado (G.729)	Grado de Servicio	Ancho de Banda requerido
UCI	81	0,04%	81
CDNT	202	0,57%	202
BERROA	5091	0,89%	5091
FONTANAR	39027	2,90%	39725
CUMBRE	99589	6,72%	97002
BOYEROS	2990	0,98%	3030
CALABAZAR	3798	0,86%	3879
CUATRO CAMINOS	3152	0,81%	3192
CAMPO FLORIDO	3596	0,99%	3636
LAS GUÁSIMAS	4364	0,84%	4444
PARCELACIÓN MOD.	3475	0,91%	3556
REPARTO ELECTRICO	4242	0,90%	4323
S.M. DEL ROSARIO	2870	1,85%	2910
LUYANÓ MODERNO	2586	0,97%	2586
ABEL STA. MARÍA	3111	0,88%	3111
CASABLANCA	1616	0,95%	1616

Tabla 3.6. Ancho de Banda de las UA (MSAN IP Ciudad Habana) contra el UMG Vedado.

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
SGU PINAR DEL RIO	Nacional	930	0,00%	796
	Internacional	91	0,54%	89
	Móvil	155	2,88%	165
SGU ISLA DE LA JUV.	Nacional	370	0,00%	248
	Internacional	45	0,00%	22
	Móvil	108	0,00%	58
SGU PROV. HABANA	Nacional	1331	0,03%	1263
	Internacional	124	0,00%	81
	Móvil	155	4,23%	169
SGU MATANZAS	Nacional	722	3,75%	760
	Internacional	108	0,00%	86
	Móvil	187	3,88%	202

Tabla 3.9: Enlaces de las SGU Occidente con la SGT-SGU Luz.

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
BUENA VISTA	Nacional	1020	3,27%	1061
	Móvil	155	0,32%	149
GUANABACOA	Nacional	740	2,50%	764
	Móvil	93	3,68%	102
MARIANAO	Nacional	1142	7,22%	1248
	Móvil	122	9,51%	145
MONTE	Nacional	1268	4,77%	1344
	Móvil	93	5,33%	105
NGN VEDADO	Nacional	744	2,69%	769
PRINCIPE	Nacional	832	2,13%	853
	Móvil	93	1,99%	97
PLAZA	Nacional	402	0,00%	358
	Móvil	62	0,00%	48
VEDADO	Nacional	922	5,78%	993
	Móvil	92	5,84%	105
ALAMAR	Nacional	1074	1,68%	1089
	Móvil	61	5,31%	69

Tabla 3.10. Enlaces de la SGT-SGU Luz con las centrales de Ciudad Habana (Red Metropolitana).

RUTA	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
MOVIL			
MSC CUBACEL TDMA	60	0,00%	12
MSC CAMAGÜEY	804	1,07%	806
MSC CUBANACAN	1329	0,00%	998
INTERNACIONAL			
ISC PANORAMA	523	0,00%	292
ISC MATANZAS	306	0,00%	198

Tabla 3.11. Enlaces de la SGT-SGU Luz con la red móvil e internacional.

RUTA	Tráfico Cursado (Erlang)	Grado de Servicio	Tráfico Ofrecido (Erlang)
SGT/SGU VILLA CLARA	1263,25	10,28%	1400,71
SGT/SGU ÁGUILA	1325,02	12,13%	1501,20
SGT/SGU HOLGUIN	1412,03	6,26%	1496,36

Tabla 3.12. Tráfico de la SGT-SGU Luz con el resto de las SGT del país.

LUZ	LINEAS INSTALADAS
L. INSTALADAS (SIN E. PÚBLICAS)	47333
TRONCOS PBX	2720
ESTACIONES PÚBLICAS	3417
RDSI ACCESO BÁSICO	0
RDSI ACCESO PRIMARIO	4

Tabla 3.13. Líneas instaladas en la SGT-SGU Luz (actualización: enero-2011).

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
SGU CIENFUEGOS	Nacional	493	7,17%	547
	Internacional	80	0,00%	59
	Móvil	124	7,35%	144
SGU SANCTI SPIRITUS	Nacional	568	3,32%	596
	Internacional	40	4,93%	47
	Móvil	124	4,73%	138
SGU CIEGO DE ÁVILA	Nacional	523	0,01%	478
	Internacional	50	0,73%	49
	Móvil	124	8,27%	146
SGU CAMAGÜEY	Nacional	724	2,72%	750
	Internacional	101	0,00%	84
	Móvil	186	4,67%	204
SGU TUNAS	Nacional	333	15,37%	413
	Internacional	66	0,01%	53
	Móvil	155	0,73%	153
SGU GRANMA	Nacional	635	2,75%	659
	Internacional	45	0,74%	45
	Móvil	155	5,57%	173
SGU SANTIAGO DE CUBA	Nacional	874	0,90%	872
	Internacional	54	6,80%	65
	Móvil	186	4,40%	203
SGU GUANTÁNAMO	Nacional	338	3,28%	357
	Internacional	31	1,23%	32
	Móvil	124	4,76%	138

Tabla 3.16 Enlaces de las SGU del oriente con la SGT-SGU Villa Clara.

RUTA	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
MÓVIL			
MSC CUBACEL TDMA	60	0,00%	5
MSC CAMAGÜEY	1453	0,00%	1313
MSC CUBANACAN	492	0,00%	436
INTERNACIONAL			
ISC PANORAMA	494	0,00%	406
ISC MATANZAS	308	0,00%	157

Tabla 3.17. Enlaces de la SGT-SGU Villa Clara con la red móvil e internacional.

RUTA	Tráfico Cursado (Erlang)	Grado de Servicio	Tráfico Ofrecido (Erlang)
SGT/SGU AGILA	1376,40	4,21%	1422,40
SGT/SGU LUZ	1263,25	10,28%	1400,71
SGT/SGU HOLGUIN	276,53	25,97%	370,48

Tabla 3.18. Tráfico de la *SGT-SGU* Villa Clara con el resto de las *SGT* del país.

VILLA CLARA	LINEAS INSTALADAS
L. INSTALADAS (SIN E. PÚBLICAS)	64229
TRONCOS PBX	1020
ESTACIONES PÚBLICAS	3683
RDSI ACCESO BÁSICO	6
RDSI ACCESO PRIMARIO	6

Tabla 3.19: Líneas instaladas en la central *SGT-SGU* Villa Clara (enero 2011).

RUTA	Haces Dedicados	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
SGU CIENFUEGOS	Nacional	369	9,45%	424
	Internacional	91	0,00%	52
	Móvil	124	7,91%	145
SGU SANCTI SPIRITUS	Nacional	485	3,10%	508
	Internacional	71	0,00%	52
	Móvil	124	5,03%	138
SGU CIEGO DE ÁVILA	Nacional	505	0,00%	418
	Internacional	50	0,54%	49
	Móvil	124	7,99%	145
SGU CAMAGÜEY	Nacional	889	2,41%	915
	Internacional	101	0,04%	89
	Móvil	186	4,85%	204
SGU TUNAS	Nacional	386	15,37%	476
	Internacional	10	0,00%	6
	Móvil	66	0,01%	54
SGU GRANMA	Nacional	867	2,28%	891
	Internacional	51	0,03%	43
	Móvil	155	5,52%	173
SGU SANTIAGO DE CUBA	Nacional	1143	0,12%	1101
	Internacional	54	7,17%	65
	Móvil	186	4,19%	202
SGU GUANTÁNAMO	Nacional	608	2,85%	632
	Internacional	31	0,36%	29
	Móvil	124	8,95%	147

Tabla 3.22: Enlaces de las SGU oriente con la *SGT-SGU* Holguín.

RUTA	Circuitos	Grado de Servicio	Circuitos Requeridos
MÓVIL			
MSC CUBACEL TDMA	60	0,00%	5
MSC CAMAGÜEY	1486	0,32%	1456
MSC CUBANACAN	336	0,04%	310
INTERNACIONAL			
ISC PANORAMA	385	0,00%	318
ISC MATANZAS	276	0,00%	114

Tabla 3.23. Enlaces de la *SGT-SGU* Holguín con la red móvil e internacional.

RUTA	Tráfico Cursado (Erlang)	Grado de Servicio	Tráfico Ofrecido (Erlang)
SGT/SGU AGILA	1406,98	4,23%	1456,26
SGT/SGU LUZ	1412,03	6,26%	1496,36
SGT/SGU VILLA CLARA	276,53	25,97%	370,48

Tabla 3.24. Tráfico de la *SGT-SGU* Holguín con el resto de las *SGT* del país.

HOLGUÍN	LÍNEAS INSTALADAS
L. INSTALADAS (SIN E. PÚBLICAS)	49564
TRANCOS PBX	810
ESTACIONES PÚBLICAS	4135
RDSI ACCESO BÁSICO	12
RDSI ACCESO PRIMARIO	25

Tabla 3.25. Líneas instaladas en la *SGT-SGU* Holguín (enero-2011).